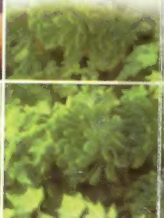




الإنسان والبيئة

إعداد

- د. ماهر نعمان محمد نعمان
د. سيف محمد أحمد الغيص
د. محمد أحمد علي بدير
أ.د. محمد بدير العراقي
د. منجد عبد القادر أحمد مرقعة
د. محمد عبد الواحد إبراهيم الجميلي
كلية نظم الأغذية (المحرر)
كلية العلوم
كلية العلوم
كلية نظم الأغذية
كلية الهندسة
كلية الشريعة والقانون





جامعة الإمارات العربية المتحدة

برنامج التعليم الجامعي العام

الإنسان والبيئة

إعداد

كلية نظم الأغذية (المحرر)

د. ماهر نعمان محمد نعمان

كلية العلوم

د. سيف محمد أحمد الغيص

كلية العلوم

د. محمد أحمد علي بدير

كلية نظم الأغذية

أ.د. محمد بدير العراقي

كلية الهندسة

د. منجد عبد القادر أحمد مرقة

كلية الشريعة والقانون

د. محمد عبد الواحد إبراهيم الجميلي

جدول المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول، العلاقة بين علوم البيئة والعلوم الأخرى	١
١-١ مفهوم العلوم البيئية	١
٢-١ تعريف العلوم البيئية وعلاقتها بالعلوم الأخرى	٢
١-٢-١ العوامل المحددة Limiting Factors	٢
٢-٢-١ المسكن والحيز الإيكولوجي	٣
٢-٢-١ أنواع التفاعلات بين الكائنات الحية	٣
١-٣-٢-١ الافتراس Predation	٣
٢-٣-٢-١ المنافسة Competition	٤
٢-٣-٢-١ التكافل Symbiosis	٤
٢-٣-٢-١ التطفل Communalism	٥
٢-٢-١ تفاعلات المجتمع والنظام البيئي	٦
٣-١ علاقة الإنسان بالبيئة	٦
٤-١ أهمية دراسة العلوم البيئية	٧
٥-١ أخلاقيات البيئة والوعي البيئي	٧
الفصل الثاني: قضايا بيئية معاصرة	١٠

١٠	النمو السكاني	١-٢
٢٢	محدودية الموارد الطبيعية	٢-٢
٢٣	١-٢-٢ محدودية الموارد الطبيعية الحية	
٢٤	٢-٢-٢ صيانة الموارد الحية (المتجددة)	
٢٥	٣-٢-٢ نضوب الموارد المعدنية في العالم	
٢٧	٤-٢-٢ أهمية الثروات المعدنية	
٣٠	التنوع البيولوجي	٣-٢
٣٧	١-٣-٢ الأهمية الاقتصادية والطبية للتنوع البيولوجي	
٣٣	١-٣-٢ الأهمية البيئية	
٣٤	٢-٣-٢ الأهمية الجمالية والترفيهية	
٣٤	٣-١-٣-٢ القيمة الأخلاقية والإنسانية	
٣٤	٢-٣-٢ الانقراض	
٣٥	١-٢-٣-٢ مستويات الانقراض	
٣٦	٢-٢-٣-٢ الأسباب الرئيسية للانقراض	
٣٨	٣-٣-٢ الأنشطة البشرية التي أضرت وتضر بالبيئة والتنوع البيولوجي	
٣٩	٤-٣-٢ استراتيجيات حماية الحياة البرية	
٤٠	مشكلة التصحر	٤-٢
٤٠	١-٤-٢ تعريف التصحر	
٤٢	٢-٤-٢ العوامل الطبيعية للتصحر	
٤٤	٣-٤-٢ العوامل البشرية للتصحر	
٤٥	٤-٤-٢ حالات التصحر وأخطاره	
٤٦	٥-٤-٢ الآثار الاقتصادية والاجتماعية الناجمة عن التصحر	
٤٧	٦-٤-٢ الحلول والمقترحات لمكافحة التصحر	
٤٨	٧-٤-٢ دور دولة الإمارات في مكافحة التصحر	
٥٠	مشكلة الغذاء	٥-٢
٥٠	١-٥-٢ مصادر الغذاء في العالم ومشاكلها	
٥١	٢-٥-٢ مفهوم مشكلة الغذاء وأبعادها	
٥١	٣-٥-٢ مظاهر المشكلة الغذائية ومخاطرها	
٥٢	٤-٥-٢ الوضع الغذائي الحالي في العالم	
٥٦	٥-٥-٢ مشاكل الغذاء في العالم	
٥٧	٦-٥-٢ كمية الغذاء ونوعيته	
٥٧	٧-٥-٢ الفقر والجوع	

٥٨	أساليب زيادة إنتاج الغذاء العالمي	٨-٥-٢
٥٨	زيادة إنتاجية المحاصيل ١-٨-٥-٢	
٥٨	للتوسع في زراعة الأراضي ٢-٨-٥-٢	
٥٩	المحاصيل غير التقليدية ٣-٨-٥-٢	
٥٩	الأسماك كمصدر من مصادر الغذاء في العالم ١-٥-٢	
٥٩	المصادر السمكية في العالم ١-٩-٥-٢	
٦٠	الصيد السمكي الجائر ٢-٩-٥-٢	
٦٠	المزارع السمكية ٣-٩-٥-٢	
٦٢	المشكلة الغذائية في دول مجلس التعاون الخليجي وجهود حلها	١٠-٥-٢
٦٤	الوضع الغذائي في دول المجلس	١١-٥-٢
٦٤	دراسة حالة، المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة) ..	

٦٧ الملحق الثالث، مستقبل الطاقة

٦٧	ملهوم الطاقة	١-٣
٦٨	مصادر الطاقة في النظام البيئي	٢-٣
٦٨	طاقة الشمس وانتقال الطاقة في الأنظمة البيئية ١-٢-٣	
٦٩	المستويات الغذائية	٢-٢-٣
٦٩	أهرامات الطاقة	٣-٢-٣
٧٢	أنواع الطاقة في الماضي والحاضر	٤-٢-٣
٩٠	استهلاك الطاقة في النظام البيئي	٣-٣
٩٠	مستقبل الوقود الأحفوري البترولي	١-٣-٣
٩٣	احتياطيات البترول المكتشفة في الوطن العربي	٢-٣-٣
٩٦	المصادر البديلة ومستقبل للطاقة	٤-٣
٩٦	مصادر الطاقة غير المتجددة المستخدمة حالياً ١-٤-٣	
٩٦	مصادر الطاقة غير المتجددة جديدة ٢-٤-٣	
٩٧	مصادر الطاقة المتجددة الحالية و الجديدة والمستقبلية ٣-٤-٣	
١٠٧	علاقة الإنسان بالطاقة	٥-٣

١٠٩ الفصل الرابع، الموارد الطبيعية والأنظمة البيئية

١٠٩	ماهية الموارد الطبيعية	١-٤
١١١	التربة ١-١-٤	

١١٣	المصادر المعدنية	٢-١-٤
١١٤	المياه	٣-١-٤
١١٤	مصادر المياه العذبة	١-٣-١-٤
١١٦	استخدام الماء في العالم	٢-٣-١-٤
١١٦	مشاكل المصادر المائية	٣-٣-١-٤
١١٧	الغابات والمراعي	٤-١-٤
١١٨	الحيوان	٥-١-٤
١٢٣	أساليب الحفاظ على الموارد الطبيعية	٧-٤
١٢٤	أنواع الأنظمة البيئية	٣-٤
١٢٥	مكونات النظام البيئي	٤-٤
١٣٣	المحافظة على النظم البيئية من التدهور	٥-٤
١٣٧	الحياة الفطرية وطرق المحافظة عليها	٦-٤
١٥٠	الفصل الخامس، تلويث البيئة	
١٥٠	مفهوم التلوث	١-٥
١٥٤	تلوث الهواء	٢-٥
١٥٤	الغلاف الجوي	١-٢-٥
١٥٥	مصادر التلوث الهوائي	٢-٢-٥
١٥٦	الملوثات الهوائية	٣-٢-٥
١٥٩	معايير نوعية الهواء	٤-٢-٥
١٦٠	مؤشر معايير للتلوث	٥-٢-٥
١٦٢	الطرق الفنية الواجب إتباعها لحماية البيئة من تلوث الهواء	٦-٢-٥
١٦٣	تلوث الماء	٣-٥
١٦٧	تلوث التربة	٤-٥
١٦٨	الأثار الاقتصادية والاجتماعية لتلوث البيئة	٥-٥
١٧٥	المخلفات	٦-٥
١٧٩	أهمية الحفاظ على البيئة من التلوث	٧-٥
	المواجهة التشريعية على المستوى الاتحادي لحماية البيئة من التلوث في دولة الإمارات العربية المتحدة	٨-٥
١٨١		

مقدمة

"ولا تفسدوا في الأرض بعد إصلاحها" (الأعراف: ٨٥). "ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم

بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون" (الروم: ٤١)

لقد أدى نشاط الإنسان المتزايد في مناحي الحياة المختلفة خاصة في مجالي الصناعة والزراعة إلى انبعاث الملوثات والمخلفات في البيئة التي نعيش فيها بشكل لم يسبق له مثيل. وكان لتنامي الاهتمام بالقضايا البيئية بوجه عام وصحة الإنسان بوجه خاص كبير الأثر في العمل على تشخيص الآثار السلبية لتلك الأنشطة التي تؤدي إلى الإضرار بصحة الإنسان والبيئة المحيطة به، فالإنسان وعلى مر العصور وخلال مسعيه المتواصل إلى النمو والتطور، ومع ازدياد الكتلة البشرية المتسارع بات من أكبر المستغلين للمصادر البيئية الطبيعية حتى أصبحت هذه الموارد متراجعة ومستنزفة وملوثة، مهددة بذلك نوعية حياة الإنسان على الكرة الأرضية.

ف نجد أن التقارير العالمية المختلفة تشير إلى أرقام مخيفة عن وفاة ملايين من الرضع والأطفال يوميا بسبب أمراض الإسهال الناتجة عن تلوث المياه والطعام، وأرقام أخرى أكثر رعبا عن ملايين الناس الذين يعانون من أمراض في الجهاز التنفسي بسبب تلوث الهواء، وملابس من أخرى من الذين يتعرضون للمخاطر الكيميائية يوميا. ناهيك عن الأرقام المذهلة التي تتحدث عن البشر الذين يعيشون في فقر شديد ويعانون من أمراض سوء التغذية. ويوجد أيضاً الكثير من التقارير التي تتحدث عن التدهور السريع في الموارد الطبيعية والتناقص المتزايد في أعداد الكائنات الحية وانقراض مئات الأنواع يوميا من الحيوانات والنباتات مما يقلل من التنوع الحيوي والوراثي لتلك الكائنات. من هنا كان من المهم نشر الوعي البيئي، وبدأ ظهور مفهوم جديد وهو تقييم الأثر البيئي. وقد بدأ الاهتمام بالمحافظة على البيئة في دولة الإمارات العربية المتحدة منذ وقت مبكر وطرح القضايا البيئية المرتبطة بها مثل حماية البيئة البحرية والزراعة وموارد المياه وغيرها.

يتضمن هذا المرجع خمسة فصول تبحث المفاهيم الأساسية والعلاقة بين الإنسان والبيئة التي يعيش فيها، وعن مكونات البيئة والأنظمة البيئية المختلفة والمحافظة عليها من التلوث. وكذلك يحوي المرجع على أهم القضايا والمشكلات البيئية وأثرها على المكونات والنظم البيئية

المختلفة ومحاولة إيجاد الحلول والبدائل حتى نعيش في بيئة نظيفة صحية. ويتطرق المرجع إلى بث مفهوم الوعي البيئي لدى أفراد المجتمعات المختلفة من أجل حماية البيئة والحياة الفطرية وتنوعها البيولوجي في بيئتها الطبيعية ومراقبتها وتقديم المقترحات والتوصيات. ويتعرض أيضا لدراسة بعض المفاهيم والقضايا البيئية العالمية والمحلية، ويناقش الموارد الطبيعية ومشكلة تدهورها على مر السنين وكيفية المحافظة عليها وترشيد استخدامها وعلاقتها بتوزيع السكان وكذلك الحفاظ على التنوع الحيوي ومخاطر تدمير الحياة الفطرية. كما يوضح كيف تعرقل النشاطات البشرية المختلفة قيام الأنظمة البيئية بوظائفها الطبيعية والجهود المبذولة لمعالجة المشاكل البيئية. ويركز المرجع على أهمية الحفاظ على البيئة وبث الوعي البيئي بين أفراد المجتمع. إن موضوع البيئة متشعب الجوانب وكل يوم يضاف إليه الجديد والجديد، وفي الوقت نفسه فإننا نعتقد أن هذا المرجع بشكله الحالي يمكن أن يكون مرجعا - نأمل أن يكون طيبا للمعنيين بقضايا البيئة والمهتمين بمكافحة التلوث بشتى صورته.

والله نأمل أن يوفقنا على ما فيه الصلاح والفلاح، وأن نعيش في بيئة نظيفة صحية خالية من الملوثات، وأن نحافظ على ما تبقى من التنوع الحيوي والوراثي للكائنات الحية التي تعيش معنا على سطح الأرض من التدمير والانقراض.

المؤلفون

الفصل الأول

العلاقة بين علوم البيئة والعلوم الأخرى

١-١ مفهوم العلوم البيئية

يعتبر علم البيئة أحد فروع علم الأحياء الهامة وهو يبحث في الكائنات الحية وموائلها الطبيعية. ويعرف على أنه العلم الذي يبحث في علاقة العوامل الحية (من حيوانات ونباتات وكائنات دقيقة) مع بعضها البعض ومع العوامل غير الحية المحيطة بها. وتعتبر العلوم البيئية من العلوم المتداخلة لدراسة عدة مجالات وتضم كلاً من الجوانب التطبيقية والنظرية الناتجة عن تفاعل الإنسان على الأرض. فالعلوم البيئية ومنذ أن بدأ الإنسان يكون المجموعات البشرية أصبحت لابد من ذلك تتعامل مع السياسة والمنظمات الاجتماعية والاقتصادية والأخلاقية والفلسفية. وهكذا فالعلوم البيئية مزيج من العلوم التقليدية والتقييم الاجتماعية والوعي السياسي.

وبالرغم من التطور السريع في مجال الدراسات البيئية لكن يمكن الرجوع إلى جذوره في التاريخ المبكر لكثير من حضارات الإنسان على هذا الكوكب. فالكثير من الثقافات تظهر اهتماماً وتقديراً واضحاً بما يخص النباتات والحيوانات ومناطقها الجغرافية دراية منهم بأنها تزودهم بالطعام والماء والنقل، وأن هذه المميزات قد أدركها الإنسان المعاصر.

والاهتمام بالبيئة ليس بالشئ الجديد على المسلمين والعرب. فقلما اشتملت شرارة البيئة وكيفية الحفاظ على موارد الأرض في العالم المتقدم منذ نحو ٤٠ عاماً كلفت العناية بالبيئة قد تأصلت عند المسلمين مع بداية الإسلام أي منذ ما يزيد عن أربعة عشر قرناً من الزمان. وهناك الآيات والأحاديث التي ترشد الإنسان إلى أهمية الحفاظ على بيئة الأرض. ففي قوله سبحانه وتعالى في كتابه الكريم:

"إنا عرضنا الأمانة على السماوات والأرض والجبال فأبين أن يحملنها وأشفقن منها وحملها الإنسان إنه كان ظلوماً جهولاً" (الأحزاب: ٧٢).

فالآية الكريمة تبين لنا أهمية وعظمة حماية البيئة حيث أن السماوات والأرض امتتنع وخفن من تحمل هذه المسؤولية الثقيلة. كما قد أوصانا رسول الله صلى الله عليه وسلم، في بعض الأحاديث الشريفة بحماية البيئة حين قال: "إن الدنيا حلوة خضرة ولأن الله تعالى مستخلفكم فيها، فينظر كيف تعملون فاتقوا الدنيا واتقوا النساء". رواه مسلم.

وعن أنس - رضي الله عنه - قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "ما من مسلم يغرس غرساً أو يزرع زرعاً فيأكل منه طير أو إنسان أو بهيمة إلا كان له به صدقة". أخرجه البخاري.

وقد تحدث سيدنا علي بن أبي طالب رضي الله عنه في خطبته الأولى عند توليه الخلافة لسي ٢٥ ذي الحجة ٣٥ هـ، حين قال: "إنكم مسؤولون عن الباع واليهائم اقروا الله في عباده وبلاده".

١-٢ تعريف العلوم البيئية وعلاقتها بالعلوم الأخرى

يهتم علم دراسة البيئة (إيكولوجي) كما ذكرنا بدراسة العلاقات بين الكائنات الحية وما يحيط بها من عوامل بيئية. فهناك ارتباط وثيق بين البيئة التي تعيش فيها الكائنات الحية التي تستوطنها - وذلك نظراً لتوقف حياة الكائنات الحية - على ما توفره بيئتها من أسباب للنمو والعيش بطريق مباشر أو غير مباشر. ولذلك فإن علم البيئة يهتم بدراسة الطرق التي تتكيف بها تلك الكائنات مع بيئتها وكيفية الاستفادة منها، كما يدرس تأثير تلك الكائنات على بعضها البعض وعلى البيئة المحيطة بها.

إن علم دراسة البيئة يمكن تناوله من عدة أوجه وعلى مستويات مختلفة وعليه يجب أن نتعرض لبعض المفردات البيئية المستخدمة كما يلي:

تقسم عوامل البيئة إلى عوامل حيوية وعوامل غير حيوية حيث تتمثل العوامل الحيوية في تأثيرات عديدة تمارسها الكائنات الحية جميعها أثناء القيام بأنشطتها الحيوية اللازمة لحياتها. كذلك العوامل غير الحيوية التي تشكل على تسبب الطاقة الضرورية للكائن الحي. ومن العوامل غير الحيوية (عوامل طبيعية) منها الحرارة والماء والضوء والرطوبة والرياح وعوامل القترية كدرجة الحموضة pH والأملاح المعدنية والملوحة Salinity.

١-٢-١ العوامل المحددة Limiting Factors

على الرغم من تفاعل الكائنات الحية مع بعضها ومع بيئتها بطرق عديدة إلا أن هنالك بعض العوامل التي تعتبر جوهرية لنجاح بعض تلك الكائنات، وفي حالة نقصان أو زوال أي من تلك العوامل فإن فرصة نجاح تلك الأنواع من الكائنات تكون محدودة. ولذا تسمى هذه العوامل "بالعوامل المحددة". قد تكون تلك العوامل المحددة حيوية أو غير حيوية وقد تختلف اختلافاً جذرياً من نوع لآخر من أنواع الكائنات الحية. فعلى سبيل المثال، قد تكون قلة المياه أو بعض المستويات الغذائية للتربة محددة للعديد من الكائنات في حين أن الحيوانات قد تتحدد بسبب المناخ أو وفرة غذاء معين. أيضاً بالنسبة إلى الأممك فإن العامل المحدد لها هو

كمية الأركسجين الذائبة في الماء، وهكذا فإن العامل المحدد يمكن تعريفه تعريفا شموليا بأنه أقل العوامل وجودا في الطبيعة وأكثرها تأثيرا على الكائن الحي.

١-٢-٢ الممسكن والحيز الإيكولوجي Habitat and Niche

يتم نشاط الكائنات الحية وتفاعلها مع بعضها البعض ومع عوامل البيئة الطبيعية المحيطة في أماكن معينة، فمثلا في بعض الأنهار بطينة الجريان نجد أن بعض الكائنات الحية تسكن في مخالب على الشواطئ والبعض الآخر يعيش تحت الحجارة وحيوانات أخرى مثل الأسماك تعيش حرة بالماء، وهكذا. إن الفراغ الذي يشغله الكائن الحي يسمى الممسكن (Habitat) والدور الذي يلعبه في البيئة يسمى الحيز أو النيش (Niche). أي أن النيش هو المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي ويبرز فيه وظيفته من خلال تفاعله مع غيره من الكائنات الحية الأخرى ومع عوامل البيئة الطبيعية التي تحيط به. وقد يحتوي النيش أو الحيز الإيكولوجي لبعض الكائنات الحية على أكثر من مسكن كما في الحيوانات البرمائية مثل الضفدع الذي يعيش في مساكن مائية وبرية. كذلك علينا أن ندرك بأن الحيز الإيكولوجي لبعض الكائنات قد يحتوي على أكثر من نظام بيئي واحد، مثال ذلك الطيور المهاجرة. إن الحيز الإيكولوجي لأي كائن حي هو نتيجة للاختيار الطبيعي الذي يوجه تكيف ذلك الكائن مع مجموعة الظروف للبيئة المعينة.

١-٢-٣ أنواع التفاعلات بين الكائنات الحية

تتمثل العوامل الحيوية للبيئة في تأثيرات عديدة تمارسها الكائنات الحية أثناء قيامها بأنشطتها الحيوية اللازمة لبقائها ومنها:

١-٣-٢-١ الافتراس Predation

يعد الافتراس عاملاً من عوامل البيئة الحيوية التي تؤثر في توزيع الكائنات الحية على وجه الأرض. ويؤثر الافتراس على كثافة المجموعات بصور مختلفة. فقد يلعب دورا كبيرا في ضبط وحفظ توازن عديدة أفراد المجموعات بالأنظمة البيئية المختلفة. وقد يؤدي أحيانا - خاصة في العلاقات الحديثة بين المجموعات - إلى تقليل عددية الفريسة إلى درجة كبيرة ربما تصل إلى حد الافتراس مما يستدعي الكائنات المفترسة البحث عن مصدر آخر للغذاء. وقد لا يكون لعامل الافتراس تأثير يذكر على عددية أفراد الفريسة Prey organism. وفي هذه الحالة لا تمثل أفراد الفريسة مصدرا رئيسا للغذاء للمجموعة المفترسة.

تعتمد هذه الاحتمالات أعلاه على مدى سهولة حصول الكائن المفترس على الفريسة، ويعتمد هذا العامل بدوره على كمية الطاقة المبذولة بواسطة الكائن المفترس في الحصول على الفريسة وعلى مقدرة الفريسة على تجنب الوقوع في قبضة الكائن المفترس.

٢-٣-٢-١ المنافسة Competition

تؤدي المنافسة إلى الحد من زيادة المجموعات أو تقليل كمية الطاقة المناسبة بدخلها، كما تؤدي الكائنات المتنافسة في مواسم بيوتهام المختلفة. يظهر أثر المنافسة بين المجموعات عندما يكون هناك شح واضح في مورد بيئي واحد أو أكثر. فطى سبيل المثال، تتنافس النباتات الموجودة في بعض الأنظمة الغابية على الضوء والمغذيات المعدنية وتتنافس الأعداد الكبيرة من الحيوانات على الطعام والمساكن. ويمكن أن يحدث التنافس بين أفراد النوع الواحد كما يمكن أن يحدث أيضا بين أفراد الأنواع المختلفة. وكلما كان الحيز الإيكولوجي أو النيش للكائنات المتنافسة مقاربا أدى ذلك إلى حدة التنافس. وعموما فإن المنافسة الشديدة بين أفراد النوع الواحد للمتنافسين تؤدي إلى:

- إزالة أحدهما نهائيا من النظام البيئي أو إجهاره على تغيير مسكنه أو موقعه الجغرافي.
 - يعيش أفراد النوعين معا ويتطلب ذلك توازنا في استعمال الموارد البيئية المتنافسة عليها مما يؤثر سلبا على كثافة المجموعتين.
- وتعرف عملية إزالة أفراد نوع معين بواسطة أفراد نوع آخر نتيجة للتنافس بينهما بقانون "الإبعاد التنافسي" Competitive Exclusion Principle. ويحدث التعايش بين المجموعات النباتية نتيجة لبعض الاختلافات بين أفراد النوعين المتنافسين ويتمثل هذه الاختلافات في:

- المتطلبات الغذائية
- تباين النباتات في مقاومة الموموم والأمراض والحشرات
- احتياج النباتات لبعض العوامل المناخية مثل الماء والضوء في أوقات مختلفة كما في توقيت البرسيم

٢-٣-٢-٢ التكافل Symbiosis

بينما يعتبر التنافس والتطفل والافتراس من العلاقات الإيكولوجية السلبية نظرا لتأثيرها السلبي على كثافة المجموعات. تعتبر العلاقات التكافلية من العلاقات الإيكولوجية الإيجابية، لأنه لا بد فيها من استفادة أفراد كل من المجموعتين المتكافلتين Mutualism. وهناك مدى واسع للحالة التكافلية يمتد من العلاقات التي يكتسب فيها أفراد المجموعتين المتكافلتين قليلا من بعضها البعض إلى العلاقات الحميمة جداً التي يمكن اعتبار الكائنين المتكافلتين ككائناً واحداً. بالإضافة إلى للتكافل، فإن هناك بعض العلاقات الإيجابية الأخرى مثل

تلك العلاقات التي يستفيد فيها أحد الكائنات من تلك العلاقة من غير أن يستفيد منها الكائن الآخر. مثال ذلك الحيوانات البحرية مثل الأصداف السمكية والإسفنجية التي عادة ما تحمل كثيرا من الحيوانات الصغيرة فتوفر لها الحماية والغذاء من دون أن تنقيد أو تتضرر.

١-٢-٣-٤ التطفل Communalism

يلعب التطفل دورا كبيرا في توزيع المجموعات وفي الحد من فعاليتها حيث تنشأ العلاقة التطفلية بين كائنين من نوعين مختلفين ويسمى أحدهما الكائن المتطفل (Parasite) ويسمى الآخر الكائن المضيف (Host). وهناك ثلاثة شروط لابد من توافرها في هذه العلاقة الإيكولوجية وهي:

- وجود الكائن المتطفل في داخل أو على سطح الكائن المضيف
- أن يكون الكائن المتطفل هو الكائن المستفيد
- أن يكون الكائن المضيف هو الكائن المتضرر

ويمكن تقسيم العلاقة بين الكائن المتطفل والكائن المضيف إلى علاقة مكافئة وأخرى زمانية. ويقصد بالعلاقة المكافئة ذلك الجزء من الكائن المضيف الذي يوجد به الكائن المتطفل بينما يقصد بالعلاقة الزمانية للزمن الذي يأخذه الكائن المتطفل في داخل أو على سطح الكائن المضيف.

إن المنفعة الرئيسية التي يكتسبها الكائن المتطفل هي الغذاء والسكن، فالكائنات المتطفلة التي تعيش داخل أنسجة الكائن المضيف تستل بيئة مستقرة ويمكنها تناول غذائها من الكائن المضيف بكل مجهود ممكن، ولكنه على الرغم من ذلك لابد لها من تكيفات تساعد في موازنة بيئة الكائن المضيف. فطى سبيل المثال تحمسي بعض الطفيليات التي تعيش في الجهاز الهضمي نفسها من الإنزيمات الهضمية للكائن المضيف بإنتاج بعض المواد التي تؤدي إلى توقف نشاط الإنزيمات الهضمية الموجودة ببيئتها. كذلك تؤدي تغذية الكائن المتطفل على أنسجة الكائن المضيف في بعض الحالات إلى كثير من الأضرار التي تلحق بالكائن المضيف والتي ربما تؤدي إلى موته فسي بعض الأحيان. مثال ذلك طفيل الملاريا الذي يهاجم كريات الدم الحمراء بالكائن المضيف.

تتمثل الكائنات المتطفلة بوجود عدة تحورات تساعد في الالتصاق بأنسجة الكائن المضيف ومن هذه التحورات:

- فقدان بعض الأعضاء والأنسجة غير المرغوب فيها
- وجود إنزيمات تمكن الطفيل من اختراق أنسجة الكائن المضيف
- وجود وسائل للالتصاق بأنسجة الكائن المضيف
- وجود طاقات تكاثرية هائلة
- وجود وسائل لوقاية الطفيل من الإنزيمات الهضمية
- وجود وسائل للانتقال من كائن مضيف لآخر

إن إنبدة الطفيليات الضارة بالإنسان والحيوان والمحاصيل الزراعية تعتبر من الاهتمامات الكبرى للمختصين في مجال الطب البشري والحيواني وفي مجال الزراعة. إن من أهم الأشياء التي تؤدي إلى إنبدة هذه الطفيليات الإلمام الواسع بدورات حياتها ومعرفة نقاط الضعف فيها حتى يتسنى للإنسان مكافحتها والقضاء عليها.

١-٢-٤: تفاعلات المجتمع والنظام البيئي

لا يستطيع أي كائن حي أو أي مجموعة من المجموعات الحيوانية أو النباتية أن تعيش في مكان ما معزول عن بقية الكائنات والمجموعات الأخرى. والذي ينظر إلى الوحدات الطبيعية المختلفة مثل الأنهار والبحار والبحيرات والمزارع والغابات وغيرها من الأنظمة البيئية المائية والبرية يجد لكل منها أعدادا متباعدة من المجموعات الحيوانية والنباتية المتفاعلة مع بعضها البعض مكونة ما يسمى بالمجتمعات الحيوية Communities وبالتالي يمكن تعريف المجتمع بأنه "كل المجموعات الحيوانية أو النباتية المتفاعلة مع بعضها البعض بـمكان معين". ويتصف مستوى المجتمعات الحيوية بكثير من الصفات منها:

- السيادة، ويقصد بها النوع أو كثرة العدد وكبر الحجم وزيادة النشاط
- الوفرة النسبية، ويقصد بها النسبة الناتجة من حاصل قسمة عدد أفراد أي نوع من الأنواع على العدد الكلي لأفراد الأنواع المختلفة بمجتمع معين
- التركيب، ويقصد به الأنواع الحيوانية والنباتية التي تكون مجتمعا معينا
- تباين الأنواع، ويقصد به تباين الأنواع الحيوانية والنباتية بالمجتمعات المختلفة، ويمكن قياسه عن طريق حصر عدد الأنواع وحساب الوفرة النسبية لكل منها

إن النظام البيئي هو عبارة عن وحدة طبيعية (بحر، نهر، غابة، بركة، الخ) تتعامل فيها المجتمعات الحيوانية والنباتية مع بعضها البعض ومع ما يحيط بها من عوامل البيئة الطبيعية. ولشرح مفهوم النظام البيئي لابد من التطرق للأدوار الأساسية للكائنات الحية، وانسياب الطاقة، والدورات. (سوف يتم مناقشتها في الفصل الرابع).

١-٣: علاقة الإنسان بالبيئة

تعتني دراسة البيئة بالظروف المحيطة التي تؤثر على الإنسان والكائنات الحية الأخرى. وفي تعريف أشمل، فإن البيئة هي عبارة عن العوامل التي تؤثر على الكائن الحي خلال فترة حياته. ومن المنظور البشري، فإن علاقة الإنسان بالبيئة تتضمن اهتمامه بالعلوم والطبيعة، والصحة، والوظيفية، والمكاسب، والسياسة، والاقتصاد وعلم الأخلاقيات، الخ.

إن معظم القرارات السياسية والاجتماعية يمكن أن يتم إصدارها داخل حدود البلد المعني. ولكن المشكلات البيئية لا ترتبط بحدود دولية، وعلى سبيل المثال فإن تلوث البيئة البحرية بزيوت النفط قد يستلزم مساهمة وحدات مختلفة من عدة قطاعات للحكومة المحلية أو تعاون أكثر من إمارة، أو قد يستلزم الأمر مساهمة بعض دول الخليج العربية أو دول الإقليم. وقد كان لحرق آبار النفط في الكويت بسبب حرب الخليج الثانية (١٩٩١) تأثير واضح في جودة الهواء في الدول المجاورة في المنطقة. وكذلك تلوث الهواء في المكسيك قد يؤثر في الولايات المتحدة الأمريكية، وهكذا. وإذا ما انضمت القوتين للبيئة الصارمة وانخفضت معدلات أجور العمال في بلد ما، فإن هذا قد يؤثر في بعض الصناعات بأن تنتقل إلى هذه البلدان لأسباب اقتصادية. وتجاهد كثير من البلدان النامية إلى تحسين صورة البيئة وذلك باستغلال بعض فوائد الاستثمارات الأجنبية لتحسين المستوى المعيشي لشعوبها.

١-٤ أهمية دراسة العلوم البيئية

قال تعالى: "أَلَمْ نَجْعَلِ فِي الْمِيزَانِ". صدق الله العظيم. إن على الإنسان أن لا يتجاوز العدل والموازنة لاستمرارية الحياة في الأنظمة البيئية. علما بأنه لا توجد منطقة خالية من المخاوف البيئية. ويميل الإنسان في معظم المناطق من العالم إلى التركيز على القضايا البيئية المتعلقة به وكيفية حلها مباشرة. فعلى سبيل المثال، حماية جنس معين من الحيوانات يثير قلق في كثير من دول العالم. فالمر العربي في منطقة الجزيرة العربية يعتبر من الحيوانات التي تولجها خطر الانقراض وهو بحاجة إلى بعض الفرائس البرية كمصدر للغذاء وإلى بيئة هادئة، ولكن النمو الحضري في هذه البلدان قد يحول دون ذلك وقد ينتج عنه تدخل في المصالح بين الذين يسمعون إلى التنمية ومن هم ينادون بحماية البيئة.

وإذا ما أصبحت المشكلة البيئية قضية خلاف عند بعض الأشخاص، فإن هذا يؤدي إلى مولجة بين الجماعات التي لها وجهات نظر مختلفة حول المشكلات البيئية. فالمداخلات العلمية والأخلاقية والاقتصادية والاجتماعية كثيرا ما تشكل آراء الأشخاص. لذا فإن عملية اتخاذ القرار البيئي يجب أن يأخذ في الاعتبار كل هذه المداخلات عند دراسة العلوم البيئية لكي نصل إلى تسوية مقبولة.

١-٥ أخلاقيات البيئة والوعي البيئي

نظراً للتطور التكنولوجي نستطيع الآن النظر إلى كوكب الأرض من الفضاء ويمكن أن يتفكر الإنسان في قدرة الخالق وأن الأرض ما هي إلا كوكب أزرق مميز بين الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية. وينظر الإنسان إلى موارد البيئة بأنها مسخرة له ولأبد من استغلالها حيث يرى الكثير من البشر أن عدم استغلالها يعني خيراً للموارد البيئية. فالتفاعل بين الإنسان والبيئة يعود تاريخه إلى أقدم الحضارات التي وجدت على

هذا الكوكب. فالتلوث كان بمثابة ظواهر مؤقتة ومحدودة. لكن اليوم أصبح التلوث ظاهرة تشغل كثيرا من الدول، كما هو الحال في معاناة الدول الأوروبية من الأمطار الحمضية. وكذلك الحال حول كيفية التخلص من النفايات الكيميائية والمضرة حيث تسعى كثير من الدول الأوروبية للتخلص من هذه الملوثات ونقلها خارج حدودها.

تختلف أخلاقيات البيئة عن أي مشاكل أخلاقية أخرى فهي تعتمد على مجموعة من المبادئ والمعتقدات. فهي عبارة عن حقل تطبيقي يظهر فيه اهتمام الإنسان بالبيئة التي يعيش فيها. فالنفايات السامة قد تلوث المياه الجوفية والبقع النفطية تلوث شواطئ البحار وحرق الوقود الإحفوري يزيد من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مما يزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري. لذا فإن الهدف الأساسي من أخلاقيات البيئة يجب أن لا يكون إقناع البشر بأهمية الحفاظ على كوكبنا الأرض فحسب، لأن الجميع يدرك هذه الغاية، بل يجب التركيز على أهمية السلوك البيئي المتحضر والقدرة على تطبيق ذلك. وهناك ثلاث نظريات يمكن أن تلخص اهتمام ومسؤولية الإنسان بالبيئة وهي كالتالي:

أولاً : الإنسان هو المحور

تفترض هذه النظرية بأن الإنسان هو مرجع كل الملوثات على هذا الكوكب. ويعود السبب في ذلك إلى أن الإنسان هو الكائن الوحيد المميز من الناحية السلوكية، لذا فإن أراد الإنسان البقاء على هذا الكوكب عليه أن يقوم بأقل الواجبات غير المباشرة لعملية البيئة.

ثانياً : الكائنات هي المحور

توصي هذه النظرية بأهمية التباين الأحيائي (البيولوجي) وبأن كل الخليقة نباتية وحيوانية لها الحق في العيش على هذا الكوكب. وقد تكون للإنسان نظرة مختلفة بما يخص المخلوقات الأخرى. فقد يرى البعض بأنه من واجبنا حماية الحيوانات وتفضيلها على أنواع النباتات. والبعض الآخر قد يقرر مصير بعض المخلوقات بناء على نسبة الضرر الذي قد تلحقه بالإنسان. فعلى سبيل المثال، يرى البعض بأنه لا حرج من قتل البعوض والفئران. والعكس من ذلك يرى آخرون أن الحياة حق لكل مخلوق ولايست لبقاء النوع فقط. ويستشهد آخرون بعدم إيذاء الحيوان، بقول رسول الله في الحديث الشريف: "عزير بن خالد الجعفي رضي الله عنه قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "لا تسبوا الديك، فإنه وقط للصلاة".

ثالثاً: المواطن هو المحور

يجب أن تحظى البيئة (المواطن) بعناية تامة من الإنسان وأن يكون المبدأ هو حماية المكان الذي تعيش عليه المخلوقات جميعاً. فالاتجاهات البيئية متعددة ولكن يمكن تلخيصها كالآتي:

١. تنمية الأخلاقيات البيئية
٢. الحفاظ على الأخلاقيات
٣. الرعاية الأخلاقية

وعليه يمكن أن نلخص مفهوم المبادئ الثلاثة أعلاه بأن الحفاظ على بيئة هذا الكوكب بما تحويه من نباتات وحيوانات ببيئة مختلفة يجب أن تبقى وأن يكون لها الحق الكامل في الاستمرارية كي يبقى الإنسان، حيث حياته مرتبطة بكل مكونات البيئة. لذلك يجب أن يتمسك الإنسان بهذه المبادئ حتى يحافظ على هذا الكوكب. فالمشاكل البيئية هي مشاكل الناس جميعاً، تحدث بسبب استخدام الموارد الطبيعية بصورة غير صحيحة. إن المشكلة البيئية تحدث لأن هناك فجوة بين الناس المستفيدين من تدمير البيئة والأشخاص الآخرين الذين لا يوجد لديهم وعي كاف بالمشكلات البيئية، حيث يستلزم ذلك قرارات بيئية تلغز في الاعتبار النواحي الاقتصادية حتماً لأن الناس لابد لهم من استغلال هذه الموارد ولكن بصورة تضمن الاستمرارية (Sustainability).

وقد يرى البعض أن الاعتبارات الاقتصادية لا يجب أن تكون مهمة متى ما اتخذ قرار بيئي، ولكن يرى الآخرون أن الاعتبارات الاقتصادية يمكن أن تحل كل القضايا البيئية. وهناك من يرى أن اللوائح تعوق استخدام الموارد للقيمة. ويقول البعض إن أهمية الموارد الطبيعية كأهمية الإنسان على الأرض والآخرين يشعرون أن الإنسان له مكانة خاصة بين باقي الموارد. ويرفض البعض بشدة أي تغيير وآخرون يستولون أن التغيير يجب أن يحدث، وهكذا.

لذا فإن تسوية الآراء المختلفة التي ذكرت سابقاً هي الطريقة الوحيدة لحل الصراعات. فالدور الاجتماعي وللقيم الاقتصادي له أهمية خاصة لتوحيد وجهات النظر المتناقضة ومحاولة إيجاد الحل البيئي الوسط.

الفصل الثاني

قضايا بيئية معاصرة

١-٢ النمو السكاني

تشكل العلاقة بين السكان والموارد الطبيعية قضية مهمة في الدراسات البيئية من حيث الضغوط السكانية على الموارد المتاحة وما قد ينتج عن ذلك من أنماط استغلال للموارد تنسم بالجور على احتياجات الأجيال القادمة. وبالطبع فإن قدرة الموارد المتاحة على توفير الاحتياجات الأساسية للسكان مثل الغذاء والسكن والتعليم والصحة والمواصلات تلعب دوراً أساسياً في تخفيف أو تعقيد المشاكل الاجتماعية والبيئية في مجتمع ما.

هذا ويعتمد النمو السكاني على متغيرين أساسيين هما الزيادة الطبيعية للسكان والهجرة حيث تعرف الزيادة الطبيعية للسكان بأنها الفرق بين معدل المواليد من ناحية، ومعدل الوفيات من ناحية أخرى. وعلى ذلك فإن الزيادة الطبيعية تكون مسؤولة عن نمو سكان العالم ككل أما الهجرة الداخلية أو الهجرة الخارجية فإنها تؤثر على النمو السكاني في دولة ما أو منطقة جغرافية معينة دون غيرها.

معدل المواليد

يحسب معدل المواليد بخارج قسمة جملة عدد المواليد في سنة ما على إجمالي عدد السكان في نفس العام مع ضرب خارج القسمة في ١٠٠٠ كما يلي :

$$\text{معدل المواليد} = \frac{\text{جملة عدد المواليد}}{\text{عدد السكان}} \times 1000$$

أي أنه عبارة عن عدد المواليد الجدد لكل ألف من السكان في مجتمع ما. ويمكن حساب معدل المواليد لدولة الإمارات العربية المتحدة في سنوات مختلفة، وفقاً لبيانات وزارة التخطيط نجد أن عدد سكان الدولة بلغ نحو ١,٣٧٩ مليون نسمة عام ١٩٨٥ ونحو ٢,٤١١ مليون نسمة عام ١٩٩٥ (جدول ١)، في حين أن إجمالي عدد المواليد بلغ نحو ٤٤,١٩٣ مولود عام ١٩٨٥ ونحو ٤٨٥٦٩ مولود عام ١٩٩٥ (جدول ٢) وعلى ذلك فإن معدل المواليد في دولة الإمارات العربية المتحدة يمكن حسابه كما يلي:

$$\text{معدل المواليد عام 1985} = \frac{44139}{1379000} \times 1000 = 32\%$$

$$\text{معدل المواليد عام 1995} = \frac{48567}{2411000} \times 1000 = 20\%$$

ويتأثر معدل المواليد بالكثير من العوامل الاجتماعية والثقافية والاقتصادية، فمساكن الريف مثلاً يكونون أكثر إقبالاً على الإنجاب من سكان المدن وكذلك المجتمعات الزراعية تكون أعلى فسي معدلات المواليد من المجتمعات الصناعية. أيضاً تختلف معدلات المواليد باختلاف الأديان فمثلاً يعتقد أن السكان الذين يدينون بالإسلام وبالمسيحية الكاثوليكية أكثر إقبالاً على الإنجاب من السكان البروتستانت مثلاً. أيضاً تؤثر العادات والقيم الاجتماعية السائدة في المجتمع في معدل المواليد فزيادة نسبة الزواج المبكر في مجتمع ما يمكن أن يؤدي إلى زيادة الإنجاب. كما أن تدهور الأحوال الصحية عموماً يؤدي إلى زيادة الإقبال على الإنجاب كنوع من التأمين ضد احتمالات الوفاة المرتفعة ويوجه خاص للأطفال الرضع.

جدول ١. تطور عدد سكان دولة الإمارات العربية المتحدة "مليون نسمة"

السنة	عدد السكان
1975	0.558
1980	1.042
1985	1.379
1995	2.411
1998	2.834
1999	3.033
2000	3.247
2001	3.488

- المصدر : وزارة التخطيط - دولة الإمارات العربية المتحدة

جدول ٢. تطور أعداد المواليد والوفيات في دولة الإمارات العربية المتحدة

السنة	عدد المواليد	عدد الوفيات
1985	44193	3222
1995	48567	4779
1998	48136	5033
1999	49659	5194
2000	53686	5396
2001	56136	5777

- المصدر : وزارة التخطيط - دولة الإمارات العربية المتحدة

وبشكل عام فإن أعلى معدلات المواليد تكون في الدول النامية والدول الفقيرة حيث تزيد المعدلات عن ٤٠ في الألف، أما أدنى معدلات المواليد فتكون في الدول المتقدمة. ويعاب علي معدل المواليد أنه لا يأخذ في الاعتبار التركيب النوعي والعمرى للسكان كما أنه لا يأخذ في الاعتبار الهجرة حيث تؤدي موجات الهجرة الدولية الكبيرة كما هو الحال في دول الخليج العربي إلى زيادة نسبة الذكور إلى نسبة الإناث مما يؤدي إلى انخفاض معدل المواليد عما هي في الواقع. فالانخفاض الكبير في معدل المواليد في دولة الإمارات من ٣٢% عام ١٩٨٥ إلى ٢٠% عام ١٩٩٥ ربما يعزى إلى زيادة كبيرة في العمالة الأجنبية الوالدة إلى دولة الإمارات والتي غالباً ما تكون عبارة عن ذكور في سن العمل من ٢٠ إلى ٦٠ عاماً.

وللتغلب على ذلك يتم حساب ما يعرف بمعدل الخصوبة وهو عبارة عن عدد المواليد لكل ألف امرأة في سن الحمل كما يلي :

$$\text{معدل الخصوبة} = \frac{\text{عدد المواليد}}{\text{عدد النساء في سن الحمل}} \times 1000$$

وعادةً ما تشمل فئة النساء في سن الحمل عدد الإناث في الفئة العمرية ١٥ - ٤٩ سنة.

معدل الوفيات

يحسب معدل الوفيات بطريقة مماثلة لحساب معدل المواليد أي أن معدل الوفيات عبارة عن عدد الوفيات لكل ألف من السكان في سنة ما كما يلي :

$$\text{معدل الوفيات} = \frac{\text{جملة عدد الوفيات}}{\text{عدد السكان}} \times 1000$$

وبالرجوع إلى بيانات وزارة التخطيط نجد أن إجمالي عدد الوفيات في دولة الإمارات العربية المتحدة بلغ نحو 4779 عام 1995 وبالتالي فإن معدل الوفيات في دولة الإمارات لعام 1995 يمكن حسابه كما يلي :

$$\text{معدل الوفيات عام 1995} = \frac{479}{2411000} \times 1000 = 0,2$$

وهو معدل أقل من المتوقع نظراً لتأثير الهجرة الخارجية حيث ترجع أعداد كبيرة من العمالة الخارجية إلى بلادها الأصلية عندما يتقدم بها العمر وبالتالي فإن أعداد الوفيات غالباً ما تمثل وفيات المواطنين في حين أن عدد السكان يشمل المواطنين وغير المواطنين.

وبالطبع فإنه كلما تحسنت الظروف الصحية والاقتصادية في مجتمع ما كلما انخفضت معدلات الوفيات في ذلك المجتمع وبشكل عام تميل معدلات الوفيات في معظم بلدان العالم إلى الانخفاض نظراً للتقدم في نظم الصحية ووسائل الصحة العامة وانتشار حملات التطعيم والتحصين ضد الأمراض وبالسيدات حملات تطعيم الأطفال.

الزيادة الطبيعية

هي الفرق بين معدل المواليد ومعدل الوفيات وبالطبع فإن الزيادة الطبيعية تختلف من بلد لآخر وفقاً للظروف السكانية والاقتصادية والثقافية السائدة في كل بلد. كما أن الزيادة الطبيعية في نفس البلد تختلف من فترة زمنية إلى أخرى. وعموماً تميل الزيادة الطبيعية في السكان إلى الانخفاض بمرور الزمن. فوفقاً لنظرية الدورة الديموجرافية فإن المجتمعات البشرية تمر بحدى المراحل الثلاثة الآتية ⁽¹⁾ :

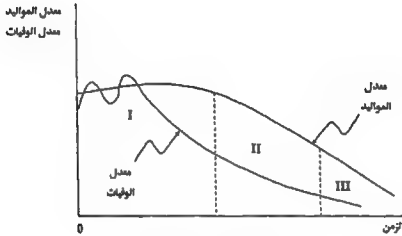
١- مرحلة المجتمعات البدائية وهي ترتفع فيها معدلات المواليد والوفيات معاً مما يؤدي إلى انخفاض معدلات الزيادة الطبيعية.

٢- المرحلة الانتقالية التي تستمر فيها معدلات المواليد مرتفعة بينما تكون معدلات الوفيات منخفضة مما يؤدي إلى معدلات زيادة طبيعية مرتفعة أو ما يعرف بالانفجار السكاني. وتنتمي معظم الدول النامية ومنها الدول العربية لتلك المرحلة الانتقالية.

٣- المرحلة الاستقرائية وهي المرحلة التي تنصف بها المجتمعات المتقدمة الحديثة حيث تنخفض كلاً من معدلات المواليد ومعدلات الوفيات وبالتالي تكون معدلات الزيادة الطبيعية منخفضة. وتنتمي معظم الدول الصناعية المتقدمة إلى تلك المرحلة الاستقرائية.

¹ احمد علي إسماعيل - اسس علم السكان وتطبيقاته الجغرافية - دار الثقافة والنشر والتوزيع - القاهرة - 1989

ويوضح الشكل رقم (1) المراحل المختلفة لنظرية الدورة الديموجرافية حيث تمثل المرحلة الأولى (I) مرحلة المجتمعات البدائية بينما تمثل المرحلة (II) مرحلة الانفجار السكاني وتمثل المرحلة الثالثة (III) مرحلة الاستقرار السكاني وانخفاض معدلات الزيادة الطبيعية.



شكل رقم (1) : الدورة الديموجرافية

الهجرة

تعرف الهجرة بأنها انتقال للسكان من منطقة جغرافية إلى أخرى وقد تكون الهجرة داخلية وهي التي تتم من منطقة إلى أخرى داخل نفس الدولة كالهجرة من المناطق الريفية إلى المناطق الحضرية أو الهجرة من جنوب البلاد إلى شمالها بحثاً عن فرص عمل أو بحثاً عن أسباب الراحة والخدمات التي توفرها المدن. وقد تكون الهجرة خارجية وهي التي تتم من دولة إلى أخرى. وقد تكون الهجرة مؤقتة حيث يقضى المهاجر لفترة زمنية معينة ثم يعود إلى مكان إقامته الأصلي أو إلى موطنه الأصلي. أو تكون الهجرة موسمية حيث ينتقل العمال من شمال أفريقيا إلى البلاد الأوروبية للاشتراك في جمع محصول القطن مثلاً ثم يعودون إلى بلادهم الأصلية بعد انتهاء موسم الحصاد أو انتقال العمالة المكسيكية إلى الولايات المتحدة للمساعدة في جمع المحاصيل ثم العودة مرة أخرى إلى المكسيك، وأخيراً قد تكون الهجرة دائمة حيث يترك المهاجر وطنه الأصلي ليستقر في مكان آخر بصفة نهائية.

هذا وتتوقف الهجرة على عوامل متعددة أهمها ما يعرف بعوامل الجذب وعوامل الطرد حيث تعمل عوامل الجذب على جذب المهاجرين إلى مكان ما وتعمل عوامل الطرد ضد عوامل الجذب أي تساعد في طرد السكان من مكان ودفعهم دفعاً إلى الهجرة إلى مكان آخر أكثر جاذبية. وقد تشمل عوامل الجذب توافر فرص جيدة للعمالة أو أجور ومزروعات أعلى أو خدمات تعليمية وصحية أفضل أو ظروف بيئية ومناخية أفضل. ومن الممكن أن تكون عوامل الجذب والطرد عوامل نسبية مما يؤدي إلى أن يجتذب المكان الواحد

بعض الناس فيأتون إليه مهاجرين وفي نفس الوقت يخرج منه آخرون مهاجرون إلى غيره من الأماكن. فمثلاً قد يهاجر أناس من دولة أوروبية مثل إنجلترا أو فرنسا إلى الولايات المتحدة الأمريكية وفي نفس الوقت يهاجر أناس من دولة في شمال أفريقيا إلى فرنسا ولذلك يجب أن يحسب الفرق بين عدد القادمين إلى مكان ما وعدد المغادرين من نفس المكان حتى نحصل على ما يعرف بالهجرة الصافية.

وقد تكون الهجرة اختيارية أي تتم وفقاً لرغبة الناس ومبادئهم الفردية سعيًا وراء ظروف أفضل. ومن الممكن أن تكون الهجرة إجبارية أي تتم بواسطة قوة خارجية أو ظروف خارجية قاهرة مثل اللاجئين الفارين من ظروف الحرب والدمار في فلسطين عام ١٩٤٨ مثلاً أو التهجير الإجباري الذي تقوم به بعض الدول تنفيذاً لسياسات معينة كأن يتم تهجير مجموعة عرقية معينة في إطار ما يعرف بالتنظيف العرقي أو يتم إخلاء منطقة معينة من سكانها للقيام بمشروع قومي أو للدفاع الوطني ضد قوى خارجية.

وتعد الهجرات الخارجية الآتية لدول الخليج العربي من القضايا المهمة حيث تشكل دول المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة والكويت وقطر والبحرين وسلطنة عمان مناطق جذب للمالة الوالدة من دول آسيوية وعربية أخرى نظراً لمتعة تلك الدول الخليجية بعوائد بتروولية ضخمة وكذلك لضخامة مشاريعها الإنمائية وحاجتها الكبيرة للمالة. وبالنظر إلى أن معظم دول الخليج العربي ذات أحجام سكانية صغيرة، فقد أدت هجرة العمالة إليها إلى آثار اقتصادية واجتماعية وديموجرافية كبيرة في الدول المستقبلة (دول الخليج) وكذلك في الدول المرسله. هذا ويأتى معظم العمالة الوالدة إلى دول الخليج من دول عربية فقيرة نسبياً وتعانى من وفرة سكانية مثل مصر والسودان وكذلك من دول آسيوية مثل الهند وباكستان وبنجلادش وأفغانستان والفلبين.

الهرم السكاني

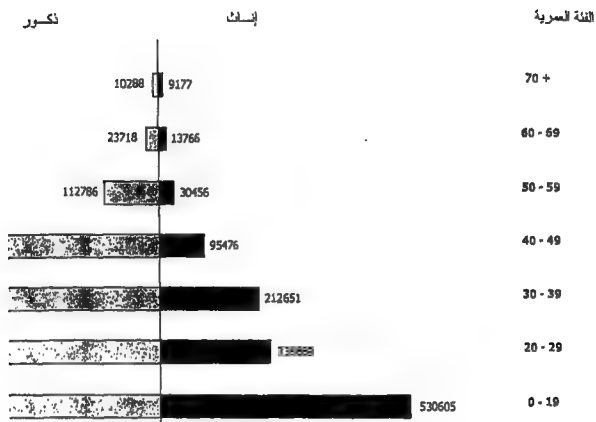
من المفيد دراسة التركيب العمري للسكان وكذلك للتركيب النوعي للحصول على مؤشرات هامة وضرورية لعملية التخطيط الاقتصادي والاجتماعي. ويقصد بالتركيب النوعي توزيع السكان وفقاً للفئات العمرية المختلفة فقد يهتم المخطط بمعرفة أعداد السكان في من التعليم مثلاً حتى يمكن التخطيط للمؤسسات التعليمية أو يهتم واضع السياسة الصحية بعدد السكان في فئات عمرية متقدمة في السن نظراً للاحتياجات الصحية الخاصة بتلك الفئات. أما التوزيع النوعي للسكان فيقصد به توزيع السكان بين الذكور والإناث حيث يمكن أن تقبى بيانات التوزيع النوعي للسكان في معرفة الاحتياجات الاستهلاكية لفئات المجتمع وكذلك تنفيذ بيانات التوزيع العمري والتوزيع النوعي في معرفة عدد الشباب الذي يمكن أن ينضم لخدمات الدفاع الوطني مثلاً.

إن الهرم السكاني هو شكل بياني يوضح تركيب السكان في دولة ما وفقاً للتوزيع العمري وكذلك وفقاً للتوزيع النوعي، ويوجد في أسفل الهرم مقياس يوضح أعداد السكان وعادة يكون توزيع الإناث في الناحية اليمنى للهرم أما توزيع الذكور فيكون في الناحية اليسرى من الهرم وتكون نقطة الأصل أو الصفر في

منتصف الهرم. أما لتوزيع العمري للسكان أي توزيع السكان وفقاً للفئات العمرية المختلفة فيوضح على المحور الرأسي للهرم.

وبوضح شكل رقم (2) الهرم السكاني لإجمالي السكان في دولة الإمارات العربية المتحدة لعام 2001 حيث يلاحظ أن ٣٩% من عدد السكان تقل أعمارهم عن 19 سنة أي أن المجتمع الإماراتي مجتمع شاب تكثر فيه الفئات العمرية الشابة. ويلاحظ أن الهرم يميل إلى عدم الانتظام بشكل لافت للنظر في المراحل العمرية ٢٠ - ٥٩ سنة حيث يغلب الذكور على الإناث كثيراً.

شكل رقم (2) الهرم السكاني لدولة الإمارات العربية المتحدة لعام 2001



المصدر: اعتماد على بيانات وزارة التخطيط بدولة الإمارات العربية المتحدة.

ويعزى ذلك بطبيعة الحال إلى الهجرة الوافدة من الدول الآسيوية والدول العربية الأخرى حيث تغلب على تلك للهجرات أن تكون هجرات للذكور بحثاً عن فرص عمل في دولة الإمارات العربية المتحدة. فغالباً ما يترك رب الأسرة زوجته وأولاده في موطنه الأصلي. فمثلاً اللغة العمرية ٣٠ - ٣٩ سنة نجد أن عدد الذكور بها يبلغ ٦٧٠,٤٣٠ بينما يبلغ عدد الإناث ٢١٢,٦٥١ أي أن عدد الذكور يبلغ ما يزيد عن ثلاثة أمثال عدد الإناث في تلك الفئة العمرية. ومن الطبيعي أن تميل نسبة الذكور إلى الإناث في مجتمع ما إلى التعادل أي أن أي مجتمع يميل إلى أن يتكون نصفه من الذكور ونصفه الآخر من الإناث ومن ثم فإن التفسير الوحيد لذلك الخلل الضخم في التهرم السكاني هو العمالة الوافدة التي تميل في معظمها إلى أن تكون من الذكور.

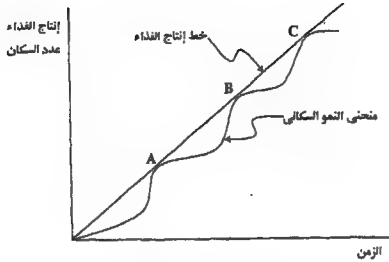
نظريات النمو السكاني

تعد نظرية مالتس من أكثر نظريات النمو السكاني شيوعاً وهي النظرية التي صاغها في نهاية القرن الثامن عشر عالم الاقتصاد الإنجليزي مالتس Malthus وتقوم النظرية على أنه لكي يستمر السكان في المعيشة يجب أن يتوافر لهم حد أدنى من لوازم الحياة يعرف بحد الكفاف وإذا لم يتوافر ذلك الحد الأدنى فإن النمو السكاني يؤدي إلى وضع غير مرغوب فيه. وذكر مالتس أن نمو السكان يخضع لقانون المتواليات الهندسية (١، ٢، ٤، ٨، ...) بينما يخضع نمو الغذاء لقانون المتواليات الحسابية (١، ٢، ٣، ٤، ..) أي أن الطبيعة محدودة في قدرتها على إنتاج الغذاء بينما قدرة الجنس البشري على التكاثر لا يحدّها إلا الإنسان نفسه وبالتالي فإنه يجب وجود موانع^(١) تحد من النمو السكاني وتجعله متماشياً مع القدرة على إنتاج الغذاء وتمثل تلك الموانع هي:

- ١- موانع إيجابية وهي تلك الخاصة بالحروب والكوارث الطبيعية وانتشار الأوبئة والمجاعات مما يعوق النمو السكاني.
- ٢- موانع سلبية وهي تلك التي تهدف إلى الحد من الإنجاب مثل تأخير سن الزواج.

ومن شأن تلك الموانع أن يظل النمو السكاني مقيداً بقدرة الإنسان على إنتاج الغذاء كما يوضح الشكل رقم (3).

^١ معطلي الشلقبي - طرق التحليل الديموجرافي - جامعة الكويت - الطبعة الثانية - 1994



شكل (3) : نظرية مالتس في النمو السكاني

يتضح من الشكل رقم (3) أن إنتاج الغذاء يمثل بخط مستقيم وهو ما يعكس المتوالية الحسابية أما النمو السكاني فإنه يكون على شكل منحنى محدب تجاه المحور الأفقي (محور الزمن) وهو ما يعكس زيادة عدد السكان بمتوالية هندسية أو زيادة عدد السكان بمعدل متزايد. ولكن الموانع الإيجابية والسلبية التي تحدث عليها مالتس تعمل على إعاقة النمو السكاني ومنعه من الاطراد عند نقط مثل A ، B ، C بحيث يظل دائما النمو السكاني مقيداً بقدرة البشر على إنتاج الغذاء.

وعلى الرغم من بعض أوجه القصور في نظرية مالتس إلا أنها ساعدت على الاهتمام بقضايا السكان والتنمية الاقتصادية وضرورة العمل على التوازن بين السكان والموارد. ولعل أهم أوجه القصور في نظرية مالتس إغفالها لإمكانيات التقدم العلمي والتكنولوجي في مجال إنتاج الغذاء حيث يمكن إنتاج كميات وفيرة من الغذاء باستخدام الأساليب العلمية الحديثة وهو ما حدث في بلد ضخمة السكان مثل الهند حيث أصبحت مكتفية ذاتياً من الحبوب بفضل ما يعرف بثورة الخضراء. والآن تمثل الهندسة الوراثية أملاً كبيراً لإمكانيات كبيرة لإنتاج الغذاء من قاعدة مورديه محدودة. وكذلك يعاب على نظرية مالتس إغفال القدرة على تطوير موانع اجتماعية مقبولة لتنظيم الأسرة والحد من معدلات الإنجاب.

وفي المقابل لنظرية مالتس في النمو السكاني فإن هناك ما يعرف بالمدرسة الاجتماعية للنمو السكاني وهي تلك التي تعطي أهمية كبيرة لقدرة الإنسان على التحكم في النمو السكاني من خلال المؤثرات المؤسسية مثل الدين والتشريعات والتقدم الصحي وكذلك من خلال المؤثرات الاجتماعية والثقافية. وتهتم تلك المدرسة بمتغيرات مثل القيمة التي تعطىها الأسرة لوجود الأطفال وتأثير عمل المرأة وكذلك القدرة

علي التحكم في معدلات الإنجاب باستخدام الوسائل الطبية الحديثة. وعموماً يتوقف معدل الإنجاب علي العوامل التالية:

عدد الزوجات، سن زواج المرأة، معدل الطلاق، الصحة الإنجابية، استخدام وسائل تنظيم الأسرة، الظروف الاقتصادية، التأثيرات الدينية والثقافية، مستوى التعليم، السياسات الحكومية. هذا ويمكن دراسة العلاقة بين السكان من ناحية وبين الموارد الاقتصادية من ناحية أخرى بالرجوع إلى ما يسمى بالكثافة السكانية والتي تأخذ أنماطاً مختلفة وفقاً لطبيعة السكان وكذلك وفقاً لطبيعة الموارد الاقتصادية كما يلي:

١- الكثافة السكانية الإجمالية وهي عبارة عن خارج قسمة عدد السكان علي مساحة الرقعة الجغرافية سواء أكانت دولة أم إمارة أم مدينة فإذا كان عدد سكان دولة الإمارات العربية المتحدة ٣,٥ مليون نسمة وتبلغ مساحة الدولة ٨٣٦٠٠ كيلو متر مربع فإن الكثافة السكانية الإجمالية في دولة الإمارات يمكن حسابها كما يلي:

$$\text{الكثافة السكانية} = \frac{\text{عدد السكان}}{\text{المساحة}} = 41.8 \text{ نسمة / كم}^2$$

٢- الكثافة السكانية الصافية وهي عبارة عن خارج قسمة عدد السكان علي المساحة المأهولة بالسكان فقط، وبالتالي فهي أكثر تعبيراً عن مدي اكتظاظ أو ازدهام الناس في الكيلومتر المربع من المساحة المأهولة. فإذا كان علي سبيل المثال عدد سكان مصر حالياً نحو ٧٠ مليون نسمة وتبلغ للمساحة الإجمالية لمصر نحو مليون كيلو متر مربع فإن الكثافة السكانية الإجمالية في مصر تكون ٧٠ نسمة للكيلو متر المربع بينما المساحة المأهولة بالسكان تصل إلى نحو ٥٠٠٠٠ كيلو متر مربع وبالتالي فإن الكثافة السكانية الصافية يمكن حسابها كما يلي :

$$\text{الكثافة السكانية الصافية} = \frac{\text{عدد السكان}}{\text{المساحة المأهولة بالسكان}} = 1400 \text{ نسمة / كم}^2$$

٣- الكثافة السكانية الزراعية وهي عبارة عن خارج قسمة عدد السكان المشتغلين بالزراعة علي المساحة الزراعية الإجمالية في بلد ما أو منطقة جغرافية معينة.

هذا ويمكن تصنيف العلاقة بين السكان والموارد إلى ثلاث حالات وهي:

١) الخفة السكانية

٢) الاكتظاظ السكاني

٣) الحجم الأمثل للسكان.

وبطبيعة الحال فإن تلك العلاقة ديناميكية وتتغير من مجتمع إلى آخر وكذلك تتغير داخل المجتمع نفسه وفقاً لتغير الظروف الديموجرافية والاقتصادية والهجرة الداخلية والخارجية.

الخفة السكانية Under Population

وهي توصف للعلاقة بين السكان والموارد عندما يكون عدد السكان في مجتمع ما أو منطقة ما أقل من العدد المطلوب لتنمية الموارد في ذلك المجتمع أو في تلك المنطقة. فمن المعروف أن المناطق الجديدة في أمريكا وفي أستراليا اجتذبت موجات كبيرة من الهجرة الخارجية للإسهام في تنمية تلك المناطق وكذلك الحال في دول الخليج العربي التي اجتذبت أعداداً كبيرة من المهاجرين للمساعدة في برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية في تلك الدول بعد اكتشاف النفط وتوافر القدرات المالية اللازمة لتمويل تلك البرامج الطموحة، بشكل عام فإن الدول التي تعاني من خفة سكانية تسعى إلى تشجيع الإنجاب.

الاكتظاظ السكاني Over Population

يحدث الاكتظاظ السكاني عندما تكون قاعدة الموارد المتاحة أقل من الموارد البشرية المتوافرة في منطقة ما أو في مجتمع ما أي عندما لا يكون هناك توازن بين الموارد والسكان وقد ينشأ ذلك من تركيز السكان في منطقة ما أو من قلة الموارد الاقتصادية المتاحة. وغالباً ما يؤدي الاكتظاظ السكاني إلى تدهور في مستويات المعيشة وكذلك إلى العديد من المشاكل الاجتماعية والبيئية. ويعاني الكثير من دول جنوب شرق آسيا وكذلك بعض الدول الأفريقية من الاكتظاظ السكاني. وتكون مناطق الاكتظاظ السكاني مناطق طاردة للسكان وتعمل الهجرة على تخفيف وطأة التزاحم السكاني في تلك الدول.

الحجم الأمثل للسكان Optimum Population

هو الحجم الذي يحقق التوازن المنشود بين عدد السكان من ناحية وبين قاعدة الموارد من ناحية أخرى مما يؤدي إلى تحقيق أفضل مستوى معيشة للسكان. وتحاول الدول الوصول إلى ذلك الحجم الأمثل من خلال اتباع سياسات معينة قد تشجع على الهجرة إلى تلك الدول أو تشجع على زيادة معدلات الإنجاب إذا كان حجم السكان أقل من الحجم الأمثل. والعكس صحيح حيث يمكن أن تساعد السياسات الحكومية للرامية إلى تنظيم الأسرة وكذلك إلى تشجيع الهجرة إلى خارج البلاد وإلى توسيع قاعدة الموارد الاقتصادية في الدول عن طريق تنمية الصحراء مثلاً إلى تحقيق نوع من التوازن بين طرفي المعادلة أي بين السكان والموارد. وبالطبع فإن الحجم الأمثل للسكان مفهوم ديناميكي يتغير من ظرف لآخر فربما كانت ليبيا قبل اكتشاف البترول تعاني من الاكتظاظ السكاني بينما أدى اكتشاف البترول والحاجة إلى التعمير إلى أن أصبحت ليبيا تعاني من خفة سكانية.

٢-٢ محدودية الموارد الطبيعية

لقد بدأ الإنسان باستخدام الموارد الطبيعية المعدنية وغيرها من الموارد بنهم بعد بدء الثورة الصناعية، ليزداد بشكل كبير في النصف الثاني من القرن العشرين بعد الزيادة الكبيرة في عدد السكان والتقدم التكنولوجي الهائل، حتى أوشك الكثير منها على النضوب. ولم ينجح الإنسان حتى الآن في إنتاج البدائل التي توازي النقص الكبير في الموارد الطبيعية المستنزفة، كما أن قدرة الإنسان على التكيف مع البيئات الجديدة في ظل التقدم الحضاري ليست سهلة فحتى الآن لم تستطع التكنولوجيا الحديثة التغلب على بعض مشكلات البيئة مثل عدم استقرار المناخ و التلوث. كما أن الإسراف في استهلاك الموارد لن يسردون متاعب صعبة قد تهدد بقاء الإنسان على الأرض.

لقد أصبح للموارد الاقتصادية أهمية كبرى نتيجة لتعدد حاجات الإنسان وتعددها ، فهي بلا شك من أهم أساسيات العصر الصناعي الحالي ، وعماد الحضارة الآتية، لقد أصبحت معظم الدول في العالم تجد صعوبة في توفير ما تحتاج إليه من سلع، بل إن بعضها يعاني من نقص شديد في العديد من السلع ، ويرجع ذلك إلى:

- تزايد الحاجات وتعددها والي التقدم والتطور الذي شهده العالم منذ الثورة للصناعية.
- نفاذ بعض مصادر الإنتاج ونضوبها.

علي الرغم من أن الغابات من الموارد المتجددة إلا أنها تتعرض للخطر، فقد تقلصت مساحتها منذ بداية القرن العشرين وحتى الآن أكثر من النصف، وهذا يعني أن معدل اجتثاث الغابات أكثر من معدل تجددتها. وهذا لا يعني أيضاً فقط نقص المواد الأولية لصناعة الورق والأخشاب بل إقتلاد الحيوانات لموائلها وتعرض المناطق المجاورة للغابات للسيول وجرف التربة.

وبالنسبة للحياة الحيوانية سواء كانت برية أم بحرية فإنها تتعرض للانقراض نتيجة التلوث والصيد الجائر، ففي القرن العشرين انقرضت عشرات الأنواع من الطيور والثدييات.

كما أن التربة تتعرض للاتجراف والتلوث والتملح والتشبع بالماء نتيجة الاستخدام السيئ للأراضي وعدم اتباع الدورات الزراعية وغير ذلك مما يؤدي إلي تدهور خصوبتها وخرجها من الإنتاج الزراعي وبالتالي انقراض أنواع كثيرة من النباتات.

والإخلال بتوازن البيئة الطبيعية يعد نتيجة لزيادة عدد السكان واستنزاف الموارد والتلوث. وزيادة عدد السكان بشكل كبير تشكل ضغطاً على الموارد واستهلاكها، وطرح المزيد من المخلفات الصناعية والبشرية بمختلف أنواعها. وكما سمعنا وقرأنا عن غابات تم القضاء عليها وبحيرات وأنهار ماتت أو تحتضر وتصحّر يبتلع الأراضي الخصبة، الخ.

وليس غريباً أن نسمع عن تغيرات مناخية وعن ثقب في غلاف الأوزون وازدياد نسبة الأمراض السرطانية والتلفسية وأمراض الحساسية وغيرها الكثير. فقد استطاع الإنسان في النصف الثاني من القرن العشرين إدخال الكثير من الملوثات غير المعروفة للبيئة سابقاً أو أسهم بزيادة بعض الملوثات المعروفة للبيئة بحيث أصبحت هذه الملوثات مجتمعة تشكل خطراً حقيقياً على البيئة الحيوية وتهدد وجود الإنسان ذاته. ويجب أن يرجع الإنسان إلى رصده ويدرك أن البيئة ذات قدرة استيعابية وتجديدية محدودة ولا تستطيع أن تتحمل التلعبات البشرية اللامسؤولية. وإذا بقي الإنسان لا يرى إلا الأرباح والفوائد الاقتصادية في البيئة فعليه أن ينتظر اليوم الذي لا يجد فيه مكاناً نظيفاً للاستجمام والراحة ولا هواءً طيباً يتنفسه ولا ماءً مسليلاً يشربه ولا طعاماً صحياً يأكله.

٢-٢-٢ صيانة الموارد الحية (المتجددة)

تهدف صيانة الموارد الحية إلى الحفاظ على النظم البيئية من التدهور والاستنزاف، وذلك باستغلال الموارد التي تعتمد عليها استقلالاً يحافظ على استدامتها لكي تظل تعطي بصفة دائمة. وكذلك حماية التنوع الوراثي للكائنات الحية. ويمكن باختصار أن نوجز المطلوب لصيانة الموارد الحية فيما يلي:

- صيانة الدورات البيئية ونظم استمرار الحياة

إن الدورات البيئية تحفظ للغلاف الحيوي ديناميكيته والبيئة استدامتها، مثل دورة الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون في الطبيعة والعمليات المتعلقة بتكوين التربة وتوزيع المواد الغذائية فيها، وصيانة النظم البيئية للنبات والحيوان والكائنات الحية الدقيقة التي تتفاعل مع عناصر البيئة الفيزيائية. وهذه النظم تحتفظ بالتراث مادامت لم يطرأ عليها تغيير بفعل الإنسان. إن تدخل الإنسان يجعل هذه النظم عاجزة عن استعادة اتزانها الطبيعي، ومن ثم فإن صيانة هذه العمليات ضرورية للحفاظ على النظم البيئية.

- استغلال النظم البيئية والسلالات النباتية والحيوانية بما يكفل لها طول البقاء

يتحقق ذلك بالاستخدام العقل الرشيد المتوازن لهذه النظم بما يسمح لها أن تتجدد ولا تنبدد بفعل الأنشطة البشرية. ولهذا أهمية كبرى، ليس فقط للمجتمعات التي تقوم اقتصادها المعيشي على الموارد الطبيعية سواء صيد البحر أو البر أو الرعي أو الزراعة أو قطع الأخشاب، ولكن أيضاً وعلى نطاق أوسع للمجتمعات التي تقوم اقتصادها واستغلالها للموارد على قاعدتها الأساسية وهي النظم البيئية. فإذا ما استغلت هذه الموارد استقلالاً هدمياً لا يسمح بتجدها، فإن للعالم سواء في الدول النامية أو المتقدمة سيواجه بمشكلات حرجة سواء في مجال إنتاج الغذاء أو الدواء أو المواد الأولية اللازمة للصناعة.

- المحافظة على التنوع البيولوجي وعلى تنوع الأجناس الوراثية النباتية والحيوانية

إن التنوع البيولوجي يعتبر أمراً ضرورياً للمحافظة على استمرار فرص الاختيار أمام الإنسان في الحاضر والمستقبل. كما أن هذا للتنوع يعتبر أساسياً لتحسين إنتاج الغذاء والمواد الخام النباتية اللازمة للصناعة، وذلك من خلال برامج تهجين سلالات جديدة لها خاصية مقاومة الظروف البيئية أو توفير إنتاجية أكبر من المحاصيل.

٢-٢-٣ نضوب الموارد المعدنية في العالم

فيما يتعلق بالوقود الإحفوري (البترول والغاز الطبيعي والفحم الحجري) فإن قابليته للتجدد طويلة الأجل وبعد الثورة الصناعية زاد الاستهلاك من الفحم الحجري بشكل كبير، إلا أنه منذ اختراع محرك الاحتراق الداخلي فقد زاد الطلب على البترول وفاق استخدام الفحم الحجري لأنه يتميز عنه بعدة صفات كارتفاع الطاقة الحرارية وسهولة نقله واستخدامه وتخزينه وقلة تكاليف استخراجه عن الفحم الحجري. وفي الفترة الحالية بدأ ارتفاع استخدام الغاز الطبيعي لرخصه وسهولة نقله وكونه أقل تلويثاً للبيئة من البترول والفحم. وتؤكد التقارير أن عمر البترول قد أوشك على النفاد في كثير من البلدان المنتجة وهذا يستدعي إيجاد بدائل والبعض يرى أن البديل هو العودة للفحم الحجري لأن مخزونه أكبر من البترول نسبياً. أو الاعتماد على الطاقة النووية، والبعض الآخر يعلق آمالاً على الطاقة المتجددة (طاقة الشمس والرياح والماء والمد والجزر وطاقة الحرارة الأرضية). لذلك لابد من تنويع الطاقة وفي المستقبل المنظور ليس هناك أمل كبير في إيجاد بديل للبترول، خاصة لأنواع الطاقة المقترحة. ويزداد الطلب على الطاقة والمعادن بازدياد عدد السكان في العالم وتحسن مستوى الدخل وتحول جزء من الدول للنامية إلى دول تعتمد على التصنيع تدريجياً.

أما فيما يتعلق بالموارد غير المتجددة كالمعادن فلن حاجة الإنسان إليها في تزايد مستمر وأصبح يتزايد استخدامها بسرعة تكاد تبلغ ثلاثة أمثال مرة زدياد السكان وقد أوشك الكثير منها على النضوب فكثير من دول العالم كانت تصدر بعض المعادن أصبحت الآن تستورده. وتجري الآن محاولات لإيجاد بدائل للمعادن بعد التأكد من أن بعضها قريب النفاذ. والبعض يعلق آمالاً على تطور التكنولوجيا التي تمكن من استمرار الخامات القليلة التركيز، وتوقع الدعوات لترشيد الاستهلاك وإعادة استخدام المعادن الخردة.

لقد امتاز هذا القرن بتطور ملحوظ في المجال الصناعي والتكنولوجي، وصاحب ذلك زيادة سريعة في استهلاك المواد الخام بمختلف مواردها. لذا أصبحت مشكلة نفاذ الثروات المعدنية في العالم من المشاكل الحساسة.

بالنسبة لزيادة عدد السكان وهو من أهم أسباب نفاذ الثروات المعدنية في العالم، فمن الحقائق المهمة أنه في عام ١٩٣٠م كان معدل النمو السكاني حوالي ١,١ % سنوياً، ولكنه قفز في عام ١٩٦٠م إلى ٧,١ % سنوياً، ثم انخفض ثلثية ووصل في عام ١٩٩٥م إلى ٢ %، ويتوقع أن يقفز العدد إلى ٨ بليون نسمة في عام ٢٠٠٥ م. مثال ذلك الوطن العربي، فقد بلغ تعداد السكان في الأونة الأخيرة حوالي ٢٥٠ مليون نسمة، ولكن التوقعات تقول إن التعداد بعد حوالي ٢٠ سنة أي عام ٢٠٢٥م سوف يصل إلى ٧٥٠ مليون نسمة. والملاحظ أن العدد سوف يتضاعف ثلاث مرات، فهل تتضاعف إمكانيات الوطن العربي بنفس المعدل؟ هل نبني من المدن والقرى والمستشفيات والمدارس والطرق ما يقارب ثلاثة أضعاف ما ببنائه وما نملكه في الوقت الراهن؟

إن هذا التزايد السريع في عدد سكان العالم يؤدي إلى الاستهلاك السريع، وإلى تقليل موارد الأرض الطبيعية، واستنزافها. لقد وجد أنه مع التقدم الحضاري تزداد معدلات استغلال العالم لخاماته المعدنية، وثرواته الطبيعية، حتى إنه يقال: إنه في عام ٢٠٠٥ م سوف تكون جميع العناصر الفلزية وعددها ٦٨ عنصراً مستخدمة علي نطاق واسع، فإنتاج الثروات المعدنية يتزايد بسرعة مقابل التجدد البطيء أو المنعدم تقريباً. وهناك فريق من الباحثين يري أن مصادر الخامات المعدنية في العالم لن تكفي لأكثر من فترة الخمسين سنة القادمة تقريباً، حيث استهلك أمريكا وحدها نحو ٤٠ % من إنتاج العالم من الألمونيوم، و ٣٠ % من النحاس، و ٢٤ % من إنتاج البترول، و ٢١ % من إنتاج الفحم، واستهلاك خلال الثلاثين عاماً الأخيرة من الخامات المعدنية والوقود أكثر من استهلاك العالم أجمع منذ بدء التاريخ.

تعد الثروات المعدنية التي تعتمد عليها الحضارة البشرية المعاصرة موارد غير متجددة، أي أنها تنضب فور استغلالها، لذا يجب تنظيم استغلالها، فخامات الحديد المعروفة لا تكفي الأسواق العالمية بمعدل استهلاكها الحالي إلا لمدة ٢٠٠ عام فقط، وكذلك للنحاس سينفي الاحتياجات العالمية بمعدل الاستهلاك الحالي لمدة ٤٥ سنة، وكميات الرصاص المعروفة حالياً تكفي ٣٣ سنة، أما الكروم فسيفضي حاجة الأسواق العالمية بمعدل استهلاكها الحالي لمدة ٥٠ عاماً تقريباً، أما احتياجات النفط المؤكدة فإنها لا تكفي بمعدل استهلاكها الحالي لأكثر من ٢٩ عاماً والفحم ٢٢٦ عاماً والغاز ٥٠ عاماً واليورانيوم ٥١ عاماً. وعلي الرغم من هذا، فليس هناك ما يدعو إلى الخوف علي مستقبل الحضارة البشرية المعتمدة أساساً علي الموارد الطبيعية بسبب أنه مازالت هناك أماكن واسعة علي سطح الأرض لم يتم مسحها جيولوجياً، واستطاعة الإنسان إعادة استعمال بعض المعادن الخردة عن طرق صهرها وإعادة تشكيلها.

لا شك أن الحضارة الحالية تعتمد اعتماداً كبيراً على المعدن، فالمعادن تشكل العمود الفقري لهذه الحضارات التي يعيشها الإنسان، فالنفط يدخل في تركيب معظم الأشياء التي يستهلكها في منزله، وكذلك الطاقة الكهربائية من راديو وتلفاز، ففي حيلتنا وبيوتنا تدخل المعدن في كل ركن من مواد بناء المنازل، وإلى الطاقة، وإلى الضوء، وإلى الحرارة والتكييف، ووسائل المواصلات والنقل والملابس، والأصباغ، والمعلبات، والطائرات وقودها، إن كل شيء تقريباً يعتمد اعتماداً كبيراً على المعدن، حتى ملاعق الطعام وحشو الأسنان والذهب .. الخ. فهل يشكل نمو السكان في دول العالم الثالث ضغطاً على الموارد الطبيعية؟ حيث يتوقع أن يكون سكان العالم سنة ٢٠٥٠ م ٨ بليون نسمة، منهم تقريباً ٥ بليون في البلاد النامية فالعالم الثالث (باستثناء الدول المصدرة للنفط) يضم حوالي ٧٠% من مجموع السكان، ولكنه لا يتمتع إلا بحوالي ١١% فقط من الإنتاج العالمي الإجمالي، أي أن العالم الثالث لا يستهلك غير ما يقرب من ١% من موارد العالم وقد يكون استخدامه للموارد غير المتجددة ليس مشكلة عالمية، بل هي مشكلة إقليمية، فالزيادة في الدول الغنية هي التي تشكل ضغطاً على موارد العالم بسبب الطلب الاستثنائي في الدول الغنية التي يصل فيها الاستهلاك إلى ٨ أضعاف ما تستهلكه زيادة في سكان العالم الثالث.

الحلول المقترحة لمشكلة نضوب الموارد المعدنية

- ١- تطوير طرق استخدام خامات الفلزات التي لا تنضب أو الشائعة لتخفيف الضغط على الخامات النسي تنضب.
- ٢- تشجيع البحث العلمي للكشف عن أماكن جديدة للخامات المعدنية.
- ٣- إعادة النظر في طرق استخدامها للخامات، وذلك بترشيد استخدامها.
- ٤- تشجيع البحوث العلمية التي تجري لإيجاد بديل لبعض الخامات مثل البلاستيك والألياف الصناعية لتحل محل الحديد والألمونيوم وغيره.

لا شك أن العامل المشجع والأساسي لمقابلة خطر نضوب الخامات الاستراتيجية في العالم هو إيجاد البديل، مثال ذلك خامات اليورانيوم والثوريوم لتحل محل الفحم والبيترون على أنها مصدر قوي ومناسب للطاقة، وكذلك إجراء الأبحاث على الطاقة الشمسية، واستغلال طاقة الرياح.

توزيع الثروات المعدنية في العالم والصراع السياسي عليها

يخضع توزيع الثروة المعدنية في العالم لعوامل جيولوجية ليس للإنسان دخل فيها، فهي هبة من الخالق سبحانه وتعالى، وتوزيع الثروات المعدنية في العالم لا يسير بطريقة متساوية، فالدول الغنية في خام معين، نجد لها فقيرة في خام آخر، لذلك نجد أن الكثير من الدول الصناعية مثل الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا واليابان وإنجلترا وروسيا تعتمد على استيراد كميات كبيرة من الخامات المعدنية من الدول الأخرى. ففي الوقت الذي نجد فيه أمريكا تنتج حوالي ٤٥% من فحم العالم، ٣٠% من الحديد، ٢٠% من النحاس، ٥% من خامات الفوسفات، وكميات أخرى من الزنك والكبريت والرصاص، نجد أنها تستورد كميات متفاوتة من الكروم، والنيكل، والمنجنيز، والماء في المستعمل في الصناعة، وغيرها من الموارد التي تقتصر إليها وتحتاجها من حيث كونها مواد ضرورية لمصانعها. لقد كانت الثروات المعدنية سبباً في كثير من الحروب التي نشبت بين الدول، وغالباً ما أدى ذلك إلى استعمار بلاد بكاملها، بل لعل من أسباب التضامن بين بعض الدول الضعيفة والقوية وعدم الوفاق بين الدول الكبرى، هو تناقصها في بسط نفوذها وقبضتها على الدول الصغرى التي تتوافر فيها الخامات المعدنية. فعلى سبيل المثال الكونغو غنية بخامات البورانيوم، و روديسيا بها أغني مناجم للنحاس، ودول الشرق الأوسط تحوي أراضيها على أكبر احتياطي من البترول في العالم. هذه بعض الأمثلة الحية التي توضح مشاكل الدول الصغيرة التي تحتوي أراضيها على ثروات معدنية، حيث تتنافس الدول الكبرى على بسط هيمنتها عليها تحت ستار حمايتها.

إذا فإن دراسة مصادر الموارد الطبيعية وكمياتها وتوزيعها على الرغم من أنه أحد فروع الجيولوجيا - يشمل الكثير مما يهتما جميعاً في الحاضر وفي المستقبل، بل وحتى معرفة الحضارات الماضية. بالإضافة إلى أنه سيغطي فهماً لخطورة الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والسياسية والعسكرية الناتجة عن الصراع على الأنواع المختلفة من الموارد الطبيعية.

زيادة الاهتمام بقضية صيانة الموارد الطبيعية على المستوى العالمي

إن هذا النمو في الوعي بالمخاطر البيئية قد دفع بالقضايا البيئية لأن تحتل مكانتها في مقدمة المشكلات التي لا تعنى فقط المؤسسات الأكاديمية والعلمية أو الحكومات والهيئات المسؤولة عن صيانة الموارد، ولكن أيضاً دخلت دائرة الاهتمام بوسائل الإعلام، وأصبحت قضايا البيئة ذات أهمية كبرى على المستوى العالمي:

- ففي يونيو ١٩٧٢ عقد مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة البشرية Human Environment وتناول موضوعات حيوية مثل التنمية والبيئة والموارد.
 - وفي عام ١٩٧٤ عقد مؤتمر الأغذية الدولي للأمم المتحدة في روما لتقديم وتقييم الوضع العالمي للغذاء في الحاضر والمستقبل. وقد ناقش المؤتمر مشكلة عدم إدراك الإنسان لأسرار التوازنات المادية الدقيقة بين الطاقات والإنتاجات لمعظم الموارد الطبيعية المستخدمة في الإنتاج الزراعي. وناقش المؤتمر في دورته السابعة عشر هذه المشكلة. وانتهى إلى أن المشكلة البيئية الكبرى التي تواجه الزراعة والغابات ومصائد الأسماك لا تنحصر في مجرد تجنب تلويث البيئة، بل تمتد أيضاً إلى ضمان استدامة القدرة الإنتاجية للموارد الطبيعية الأساسية التي يقوم عليها الإنتاج الغذائي وذلك بفضل الإدارة الرشيدة وإجراءات صيانة الموارد.
 - في عام ١٩٩١ تأسست مؤسسة عالمية ذات فاعلية كبيرة في الحماية والصيانة للبيئة، وهى هيئة للتسهيلات البيئية العالمية (GEF) Global Environmental Facility وهي تعرف بـ "مرفق البيئة العالمي" وهي تقوم بمد الدول النامية بالمنح والمزايا التمويلية للمشروعات و الأنشطة التي تحقق إنجازات علمية في المجالات الأربعة الآتية:
 - التهديد الذي يتعرض له للتنوع البيولوجي
 - التغيرات المناخية
 - تلوث المياه الدولية
 - تآكل طبقة الأوزون
- كما أن الأنشطة التي تقوم تدهور الأراضي خاصة فيما يتعلق بالنصحر وإزالة الغابات على المستوى القومي تحظى أيضاً بالدعم التمويلي من "الجيف" (GEF).
- إن المفهوم الواقعي في صيانة الموارد الطبيعية من التدهور والاستنزاف هو الذي نبنته الاستراتيجية العالمية للصيانة والذي يقضي إلى استغلال الموارد لما فيه منفعة الإنسان ولكن في نفس الوقت صيغتها من التدهور. ومما سبق يتضح لنا أهمية تكامل ثلاثة "التنمية، البيئة، الإدارة" في تحقيق صيانة فعالة للموارد الطبيعية ككل حمايتها من التدهور والاستنزاف والتنمية. فبعد وضع الخطط الاقتصادية القائمة على استغلال الموارد الطبيعية ينبغي مراعاة الأبعاد البيئية والمردودات السلبية لهذه الخطط على الموارد. وهذا لا يتأتى إلا بإدارة رشيدة واعية للمخاطر التي يسببها الاستخدام الهتمي للبيئة. وبذلك تتحقق صيانة فعالة للموارد الطبيعية تطول أمد عطائها لمقابلة الطلب المتزايد على السلع والخدمات بما يلبي حاجات الحاضر والمستقبل.

يتسبب الإنسان في القضاء على كثير من النباتات والحيوانات في الطبيعة أو بمعنى آخر يتسبب في انقراضها. ويقتد أن هناك على الأقل عشرة أنواع تقترض يومياً بسبب النشاطات البشرية. وقد يصل العدد قريباً إلى عدة مئات من الأنواع في اليوم الواحد.

لهذا السبب فإن الإقلال من هذا الفقد الهائل للتنوع البيولوجي على سطح الأرض، واستعادة الأنواع والبيئات التي استنزفت ولحق الضرر بها، يعتبر من المهام الضرورية والمعالجة التي تقع على عاتق البشر اليوم.

يعتبر الغلاف (المحيط) الحيوي Biosphere نعمة من نعم الله التي أفاض بها على عباده، ويعتبر مورداً طبيعياً متجدداً غاية في الأهمية لما له من دور كبير في استدامة الحياة على سطح الأرض. ونظراً لأنه مورد متجدد، كان يُعتقد أنه لا يتعرض للنفاذ من خلال قدرته على التعويض أو التجديد. ولكن منذ النصف الثاني من القرن الماضي، بدأ الغلاف الحيوي ممثلاً في مكوناته المختلفة نباتية كانت أو حيوية، برية كانت أو مائية يعاني من تدهور واستنزاف واضح في قدرته وإمكاناته. ويمكن تعريف المحيط الحيوي بأنه الجزء من سطح القشرة الأرضية (يابس وماء) والجزء من الغلاف الجوي المحيط به الذي يمنح أو يتيح فرصة وجود أي شكل من أشكال الحياة، ومن ثم يتضمن المحيط الحيوي الكائنات الحية البرية من نباتية وحيوانية وفطريات، سواء كانت تعيش على اليابس أو في الماء أو في الهواء.

وأصبح تدهور الغلاف الحيوي يمثل مشكلة بالغة الأهمية والخطورة. وهي مشكلة - رغم أن العالم بدأ يدرك ويستشعر أبعادها البيئية الخطيرة - فإن قلة من الحكومات والمسؤولين هي التي تعي هذه الحقيقة وتعمل على مواجهتها والتصدي لها. فبينما الأغلبية تمارس ما يسمى "الثوافية البيئية" - ويقصد بهذا المصطلح استغلال البيئة دون اعتبار لما يمكن أن يلحق بها من أذى - من منطلق الأنانية المطلقة، أو تتجاهل ما يحدث للمحيط الحيوي في غلة من أمرها أو تحت وطأة الكثير من الأمور الحياتية الضاغطة والملحة مثل الأمن الغذائي والأمراض والبطالة والحروب وغيرها. وهي قضية تعكس قصر نظر هذه الحكومات وهؤلاء المسؤولين أو الرغبة في تحقيق مكاسب سريعة بغض النظر عن مردوداتها الضارة. إذ تشير التنبؤات إلى أنه إذا ما استمر معدل التدهور الحالي في التنوع البيولوجي قائماً، فإن كارثة بيئية عالمية واقعة لا محال خلال نصف قرن على أكثر تقدير. ومن منطلق استشعار هذه الخطورة، فقد رفع البيئيون والمهتمون بصيانة وحماية التنوع البيولوجي شعار "لنقذوا المحيط الحيوي إذا أردتم الحياة الآمنة للأجيال الحالية والقادمة". وفي سبيل تحقيق ذلك دعت المنظمات العالمية المعنية (وتشمل الاتحاد الدولي لصيانة الطبيعة والموارد الطبيعية، وبرنامج الماب التابع لليونسكو، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة -

UNEP، والصندوق العالمي للحياة البرية - WWF) إلى وضع استراتيجية عالمية لصيانة الموارد الطبيعية خاصة الموارد الحيوية أو التنوع البيولوجي. كما دعت هذه المنظمات إلى تكثيف الجهود على المستوى المحلي والإقليمي والعالمي للتنوع البيولوجي وأهمية التنوع البيولوجي وتنمته والمحافظة عليه.

ما هو التنوع البيولوجي؟

تتباين الحياة الطبيعية وفق تباين البيانات وخصائصها من العوامل المناخية والأرضية، فالكائنات التي تتواجد في البيئات الصحراوية غير التي تتواجد في البيئات لشمالية الباردة وغير تلك التي تتواجد على امتداد خط الاستواء وهكذا. وعادة ما يزداد تباين الكائنات الحية بوفرة المياه واعتدال درجات الحرارة وتوافر وسط خصب للحياة سواء كان ذلك تربة أو وسطاً مائياً مناعباً. ويقصد "بالتنوع البيولوجي" مجمل التباينات بين الكائنات الحية في الوسط البيئي الواحد وفيما بين الأوساط البيئية المختلفة، ويشمل ذلك التباين الذي تمثله الأنواع المختلفة، والاختلاف الوراثي بين أفراد النوع الواحد والتباين البيئي الذي تتواجد فيه هذه الأنواع وأفرادها المتشابهة وراثياً وتلك المختلفة. وبالرغم من أن "التنوع البيولوجي" يمثل مصطلحاً متعارفاً ومتفقاً عليه، إلا أن المقصود هو التباين بين الكائنات وليس نشوء الأنواع كما قد يبدو من كلمة "تنوع". كما أن كلمة بيولوجي يمكن ترجمتها إلى كلمة "أحيائي"، وبذلك يمكن أن نقول "التباين الأحيائي" بدلاً من التنوع البيولوجي.

إن معاهدة التنوع البيولوجي التي وقعت من قبل دول العالم في ريو دي جانيرو بالبرازيل عام ١٩٩٢م حددت تعريف التنوع البيولوجي في المادة الثانية على النحو التالي:

"التنوع البيولوجي يعني التباين بين الكائنات الحية في كل البيئات البرية والمائية وفي كل لمركبات البيئية التي هي جزء منها بما في ذلك التباين بين الأنواع والأفراد والتباين في النظم البيئية."

وبالرغم من بعض الاختلاف في تعريف التنوع البيولوجي إلا أن الجميع متفق تقريباً على ضرورة فهم هذا التنوع والتباين الأحيائي والبيئي الهام، والمحافظة عليه والاستعمال الرشيد لمكوناته والموارد الطبيعية التي تدعم بقاءه.

لعل الأسئلة التي تطرح نفسها الآن هي:

- لماذا كل هذا الاهتمام بالمحافظة على الأنواع البرية للنباتات والحيوانات؟
- ولماذا لا نترك هذه الأنواع تموت وتنفرض خاصة وأن الانقراض عملية طبيعية تحدث تلقائياً دون تدخل البشر؟
- وهل هناك فارق بين أن نترك النباتات والحيوانات تنقرض أو نخفي بفعل العوامل الطبيعية وبين أن نكون السبب في انقراضها؟

لنبداً بالإجابة على السؤال المتعلق بضرورة الاهتمام بالنباتات والحيوانات البرية، حيث ترجع أهمية هذه الكائنات البرية إلى أسباب عديدة نذكر منها:

- تكون الأنواع النباتية والحيوانية المفيدة لعلاً أو التي يمكن للإنسان الاستفادة منها اقتصادياً - ما يسمى بالمصادر المتجددة للحياة البرية، فهي تتجدد باستمرار إذا لم نتسبب في انقراضها أو جعلها قريبة من الانقراض.
- ولا يخفي على أحد أن معظم نباتات الغذاء والحيوانات المرباة التي تزود العالم بنحو ٩٠% من الطعام كانت يوم ما نباتات وحيوانات برية تنمو في المناطق المدارية ثم تم استئناسها وزراعتها. وسوف يحتاج علماء الزراعة والهندسة الوراثية إلى الأنواع البرية التي توجد اليوم لاستنباط سلالات جديدة من النباتات والحيوانات لمد الفجوة الغذائية. وقد أصبح العديد منها مصادر رئيسية للغذاء في المستقبل، كما أن النباتات البرية والمستأنسة من أصول برية تعتبر مصادر هامة لكثير من المواد، فهي مصدر الأخشاب سواء كانت وقوداً أو أخشاباً صناعية، إضافة إلى لب الخشب الذي يدخل في صناعة الورق والحبر الصناعي، وكذلك العصارل المطاطية والزيوت النباتية والأصبغ والصمغ والفواكه وغيرها من المواد المهمة.

كما تؤدي بعض الحشرات فوائدها عديدة غير مباشرة، ففي الولايات المتحدة الأمريكية - على سبيل

المثال - لا يقتصر دور نحل العسل على إنتاج العسل وشمع العسل، وإنما يقوم أيضاً بمهمة تلقيح ٥٠ نوعاً من المحاصيل قدرت قيمة تلقيحها الإجمالي بنحو ٢٠٠ مليون دولار سنوياً. ولا يقتصر الأمر على النحل الذي يربيه الإنسان، وإنما يمكن ليشمل النحل والحشرات الأخرى البرية.

ويعتمد حوالي ٧٥% من سكان العالم على النباتات ومنتجاتها كمصدر للدواء. وهناك من يقدر أن نصف الأدوية المستعملة في العالم و٢٥% من الأدوية المستعملة في الولايات المتحدة الأمريكية يدخل في

تركيبها مواد فعالة يتم استخراجها من الكائنات البرية أو يتم تخليقها صناعياً بحيث تشابه المواد الطبيعية. ويقدر ثمن الأدوية المستخرجة من الأنواع البرية على مستوى العالم بنحو ٤٠ بليون دولاراً سنوياً. بالإضافة إلى هذا يستخدم كثير من الحيوانات البرية لتجربة الأدوية والأمصال ولتقدير سمية المواد الكيميائية واختبار الخطوات الجراحية، وأيضاً لزيادة معلوماتنا عن صحة الإنسان وأمراضه وذلك بالرغم من اعتراض جماعات حقوق الحيوان على مثل هذه التجارب. ولقد تم حتى الآن دراسة خمسة آلاف نوع فقط من أنواع النباتات في العالم — والتي يقدر عددها بنحو ٢٥٠ ألف نوع — دراسة مستفيضة من حيث إمكانية استغلالها في النواحي العلاجية والطبية. وتبين بعض الإحصائيات الحديثة أن حوالي ١٠% من الناتج القومي الكلي في الولايات المتحدة الأمريكية يأتي من المصادر المتجددة للحياة البرية.

٢-٣-١ الأهمية البيئية

تؤدي الكائنات البرية لنا وللكائنات الحية الأخرى خدمات مهمة وحيوية تتعلق بالأنظمة البيئية المختلفة، فهي:

- تمعدن بالغذاء
- تعيد تدوير العناصر الغذائية الهامة للزراعة
- تساعد على زيادة خصوبة التربة وعلى الحفاظ عليها من التآكل
- تنتج الأكسجين وتحافظ على نسبة الغازات الأخرى في الغلاف الجوي
- تساعد في الحفاظ على مناخ الأرض وفي تنظيم مصادر المياه
- تساعد في اختزان طاقة الشمس بعملية البناء الضوئي على صورة طاقة كيميائية في الغذاء والأخشاب والوقود الأحفوري
- كما يسهم الغطاء النباتي في تقليل مخاطر التلوث الهوائي وخاصة ما كان منه ناجماً عن تزايد كميات ثاني أكسيد الكبريت في الجو أو تزايد نسبة الغبار

وبالإضافة إلى هذا فهي تزيل سمية المواد الضارة وتحلل المواد العضوية وتحد من آفات المحاصيل وحاملات الأمراض.

٢-١-٣-٢ الأهمية الجمالية والترفيهية

- تمثل النباتات والحيوانات البرية مصدراً للجمال والبهجة والترفيه لعدد كبير من البشر.
- كما أن السياحة البرية - أو ما يسمى أحياناً بالسياحة البيئية - تشكل مصدراً مهما للدخل في بعض الدول النامية مثل كينيا وتنزانيا. ويقدر أحد خبراء الاقتصاد المهتمين بالحياة البرية أن الأسد الذي يعيش إلى سبع سنوات في كينيا يدر دخلاً مقداره ٥١٥٠٠٠ دولاراً تأتي من إيفاق السياح. إذا قُتل هذا الأسد لبيع جلده فسوف لا يزيد ثمنه عن ألف دولار.
- ومع هذا يجب الإشارة إلى أن الاستخدام المتزايد للسياحة البيئية في منطقة من المناطق قد يضر بالحياة البرية فيها ويؤدي للنظام البيئي بها. لذلك يجب تنظيم هذه السياحة حتى لا تضر هذه البيئات.

٢-١-٣-٢ القيمة الأخلاقية والإستية

يمتد كثير من علماء البيئة والحفاظ على الحياة البرية أن الأنواع النباتية والحيوانية سوف تستمر في الاختفاء بمعدلات كبيرة طالما أن الإنسان ينظر إلى نفسه على أنه مركز الأهمية في الحياة وليس غيره. فعندما ينظر الإنسان إلى حياة جميع المخلوقات بنفس القدر من الاهتمام والرعاية ويدرك أن لكل مخلوق حقاً موروثاً في البقاء والاستمرار، فسوف يتغير الوضع. وعلى هذا فالتعجيل بانقراض أي نوع من أنواع الأحياء شيء غير مرغوب فيه. وقد يذهب البعض لأكثر من هذا ويرى أن لكل فرد من أفراد الكائنات البرية - وليس لكل نوع فقط - حقه في أن يعيش دون أن يتدخل الإنسان في هذا الحق. ويرى البعض أن النظام البيئي المتكامل هو الأولي بالرعاية والاهتمام، وأنه من الواجب الحفاظ ليس فقط على العناصر الحيوية من النظام البيئي مثل النباتات والحيوانات، بل أيضاً على الأماكن التي تعيش فيها هذه الأنواع النباتية والحيوانية.

٢-٣-٢ الانقراض

يقضي الإنسان اليوم على كثير من النباتات الطبيعية للأرض التي تعيش عليها نحن وغيرنا من الكائنات الحية. منذ بداية الزراعة من نحو عشرة آلاف عام مضت ومعدل انقراض الأنواع يتزايد، وذلك بسبب اتساع مستوطنات البشر يوم بعد يوم. من الصعب طبعاً رصد ما حدث من انقراض في الماضي، ولكن البيانات المتاحة تدل على أنه قد حدث انقراض لأربعة آلاف نوع على الأقل نتيجة لنشاط الإنسان خلال

عام ١٩٩٢م. ويحذر العلماء من أنه إذا استمر المعدل الحالي لقطع الغابات والتصحّر وتجيّف المستنقعات وتدمير الشعاب المرجانية فإننا سوف ننسب في فقد ٢% على الأقل أو ربما ٢٥% من الأنواع الموجودة على سطح الأرض إلى الأبد وذلك خلال عدة عشرات من السنين.

وللإجابة على السؤال المتعلق بالفرق بين الانقراض بفعل العوامل الطبيعية في الماضي والانقراض بفعل الإنسان في الوقت الحالي نذكر ثلاثة فروق بينهما وهي:

١. السبب في الانقراض الحالي هو الإنسان وحده دون أن يشترك معه كائن حي آخر، وهذه هي المرة الأولى التي يتسبب فيها كائن حي واحد في انقراض غيره من الكائنات الحية.
٢. يتم الانقراض الحالي خلال فترة زمنية قصيرة تقدر بعشرات السنين، وذلك على عكس الانقراض الذي تم في العصور القديمة والذي حدث على امتداد آلاف بل ملايين السنين. هذا الانقراض السريع لا يتيح الفرصة لتدراك الخلل الذي يصيب للنظام البيئي نتيجة اختفاء أنواع موجودة به.
٣. تنقرض الأنواع النباتية أيضاً — مثلها مثل الأنواع الحيوانية — بسرعة وهذا بدوره يهدد أنواعاً كثيرة من الحيوانات بالانقراض. فحياتنا وحيات الأنواع الأخرى تعتمد على النباتات والحشرات التي تنقل حبوب اللقاح بالإضافة إلى المحلات.

١-٢-٣-٢ مستويات الانقراض

يمكن تصنيف النباتات والحيوانات تبعاً لدرجة الخطر الذي يهددها إلى:

١. أنواع تواجه خطر الانقراض: وهي الأنواع التي توجد منها أعداد قليلة على قيد الحياة، بحيث إنه من الممكن أن تصبح منقرضة في بيئتها الطبيعية أو في جزء منها في القريب العاجل. مثال ذلك الفهد العربي.

٢. أنواع مهددة بالانقراض: وهي الأنواع التي مازالت شائعة في بيئتها الطبيعية ولكنها تتناقص في العدد تدريجياً، ومن المحتمل أن تواجه خطر الانقراض وتصبح ضمن المجموعة الأولى. مثال ذلك الغزال العربي.

وهناك الكثير من الأنواع البرية بمنأى عن خطر الانقراض ولكن أعدادها تناقصت بشكل حاد سواء في بعض الأماكن التي تعيش فيها أو على امتداد مداها الجغرافي. وتكمن أهمية هذه الأنواع في أنها تعكس حالة النظام البيئي الذي تعيش فيه، وتعطينا الإنذار المبكر من أية أخطار قد تهدد البيئة وبالتالي يمكننا تدراك الموقف لمنع حدوث أي انقراض لنوع من الأنواع.

- إتلاف وفقد البيئات الطبيعية:

يكن التهديد الأكبر لمعظم الأنواع البرية اليوم في تدمير وتقسيم وإتلاف البيئات التي تعيش فيها هذه الأنواع، وعلى الأخص البيئات الأرضية التي يعيش فيها ٩٠% من الأنواع الموجودة على الأرض. ويعتبر اقتلاع أشجار الغابات - وعلى الأخص لغابات المطيرة التي توجد في المناطق الاستوائية من العالم - السبب الأعظم في فقد التنوع البيولوجي على سطح الأرض، يلبي هذا تدمير الشجاعات المرجانية والمستنقعات وإزالة الحشائش من مناطق البراري.

- الصيد لأغراض تجارية:

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الصيد، هي:

أ. الصيد بغرض الحصول على الغذاء.

ب. الصيد بغرض ممارسة الرياضة وللحصول على الغذاء أحياناً.

ت. الصيد لأغراض تجارية.

لقد قل الصيد بغرض الحصول على الغذاء اليوم بسبب تناقص المجتمعات البشرية التي تعيش على الصيد والقتل وتم تنظيم هواة الصيد بدرجة كبيرة في معظم البلدان. أما الصيد للتجاري فلا يزال موجوداً ويؤدي إلى انقراض الكثير من أنواع الحيوانات أو إلى فقرتها من خطر الانقراض. وليس من المستغرب أن يواجه النمر البنغالي خطر الانقراض اليوم حيث أن المعطف المصنوع من فرائه يباع في أسواق طوكيو بما يزيد عن مائة ألف دولار، كما يباع الكيلوجرام من لحمه بمبلغ ٢٨٦ دولاراً. ويواجه خطر الانقراض أيضاً الغوريلا الجبلية التي يساوي ثمنها ١٥٠ ألف دولاراً، وكذلك الخرتيت الذي يباع للكيلوجرام من قرنه بمبلغ ٢٨٦٠٠ دولاراً، والفيلة التي تقتل من أجل أنيابها العاجية. لقد قدر عدد الأفيال الأفريقية في عام ١٩٧٠م بحوالي أربعة ملايين ونصف مليون فيل، غير أن هذا العدد انخفض بحلول عام ١٩٩٠م ليصل إلى ٦٥٠ ألف فيل فقط. وإذا لم تتوقف هذه المذابح صوف يختفي الفيل من الطبيعة خلال

عشرة أعوام. وكلما ازداد عدد الأنواع المهددة بالانقراض، ازدادت القيمة الاقتصادية لها وازداد الطلب عليها زيادة كبيرة في السوق السوداء مما يجعل من لقراضها.

- مقاومة الحيوانات المفترسة والآفات

قد يحدث الانقراض أو الاقتراب من الانقراض عندما يحاول البشر التخلص من المفترسات والآفات التي تتنافس معها على الغذاء. لقد قتل المزارعون الأفارقة أعداداً كبيرة من الأيائل لمنعها من الاعتداء على المحاصيل خاصة بعد تدمير بيئتها الطبيعية.

- الاتجار في حيوانات ونباتات الزينة

تهرب في كل عام أعدادا كبيرة من الحيوانات المهددة بالانقراض إلى الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا وألمانيا وغيرها من الدول لبيعها كحيوانات للزينة. وهناك أنواع من النباتات مثل الأوركيد والصبار تتعرض للانقراض لأنها تجمع - وأحيانا بطرق غير شرعية - ثم تباع بعد ذلك للتجار وتستخدم كنباتات للزينة في المنازل والمكاتب، وقد يدفع تاجر الزهور ٥٠٠٠ دولاراً في زهرة واحدة من زهور الأوركيد النادرة.

- التلوث والتغيرات المناخية

تتسبب الملوثات الكيميائية السامة في القضاء على النباتات الطبيعية لكثير من الأنواع الحية. لقد تسبب المبيدات الحشرية بطيئة التحلل مثل الـ DDT في انخفاض أعداد بعض الطيور. وقد يتسبب السدء المتوقع للأرض مع ما يصاحبه من تغيرات مناخية في القضاء على كثير من الأنواع حتى في أكثر المحميات الطبيعية صوناً ورعاية.

- نقل وإكثار الأنواع بين المناطق المختلفة

يحصل البشر أحياناً خلال رحلاتهم وجولاتهم حول مناطق العالم المختلفة على نباتات وحيوانات المناطق التي يزورونها، ويقومون بنقلها إلى مناطق جغرافية جديدة، أي إلى بلدانهم الأصلية، وقد

يحدث هذا بطريقة غير مقصودة. ولقد نجح كثير من هذه الأنواع في إنتاج الغذاء والمساعدة في القضاء على الآفات، بالإضافة إلى إشاعة جو البهجة والجمال في المناطق الجديدة التي نقلت إليها. من ناحية أخرى قد لا تقابل هذه الأنواع الوافدة مفترسات أو حتى منافسات في المناطق الجديدة، مما يتيح لها فرصة للتزايد والسيادة في هذه البيئات، بل والتسبب في خفض أعداد أنواع كثيرة كانت موجودة أصلاً مما يجعل بانقراضها أو تهديدها بالانقراض أو إبعادها إلى أماكن أخرى.

- النمو البشري والرفاهية والفقر

تعود أسباب انقراض أو انخفاض الأنواع البرية أساساً إلى نمو المجتمعات البشرية وإلى الرفاهية أو الفقر. فكلما زادت أعداد البشر، اتسعت رقعة الاستيطان، وكلما استغل المزيد من الأرض لإنتاج الغذاء أو للحصول على الوقود. لقد أدت زيادة الرفاهية وزيادة النمو الاقتصادي إلى زيادة متوسط استخدام الفرد لمصادر الطبيعية زيادة كبيرة، وهو عامل رئيسي في استنزاف وتدمير الحياة البرية. أما في الدول الفقيرة فلقد أدى للتزايد السكاني في هذه البلدان مع ما يصاحبه من انخفاض في مستوى المعيشة إلى دفع الفقراء إلى اقتلاع الأشجار من الغابات وزراعة المحاصيل على الأراضي المحيطة بالبيئات الطبيعية والرعي الجائر لقطعان الأغنام والماشية واصطياد الأنواع النادرة من الحيوانات.

٢-٣-٢ الأنشطة البشرية التي أضرت وتضر بالبيئة والتنوع البيولوجي

١. الرعي الجائر: تتعرض المراعي لضغط متزايد من قطعان الماشية التي يفوق عددها الحمولة الرعوية للمرعى. وينتج عن ذلك تدهور الغطاء النباتي وانجراف التربة وتضرر الحيوانات البرية والرعوية من هذا التدهور.

٢. زراعة الأراضي الهامشية: وهي الأراضي التي تقل فيها معدلات الأمطار عن حاجة المحاصيل للماء وخاصة عند حراثة هذه الأراضي بالمحراث القرصي يتم اجتثاث الغطاء النباتي الطبيعي.

٣. الصيد: لقد توافرت خلال فترة من الزمن معدات الصيد الحديثة الأمر الذي شجع على مطاردة ولصعة النطاق للحيوانات البرية بالرغم من وجود قانون الصيد الذي ينظم الصيد ويدعو إلى الحد منه. هذا الأمر أضرب بالأحياء البرية في الجبال والصحراء وحتى على الساحل. إلا أنه في الآونة

الأخيرة خلال معظم التصعينيات تم منع الصيد وتم العمل على الحد من وسائله فتقلص الصيد وأثاره على الأحياء البرية.

٤. النشاطات العمرانية والحضرية: بازدياد عدد السكان والنمو الاقتصادي الذي شهده المجتمع خلال العقود الأخيرة اتسع نطاق المد العمراني متمثلاً في المباني والطرق وخطوط أبراج الكهرباء والإنشاءات والنشاطات الصناعية والنقل مما أثر في التنوع الأحيائي بشقيه النباتي والحيواني والنظم البيئية التي تعيش فيها هذه الكائنات وتدعم حياة الإنسان فيها.

وسائل حماية الحياة البرية

هناك ثلاثة اتجاهات لحماية وصون الحياة البرية هي:

١. اتجاه المحافظة على التنوع: ويهتم هذا الاتجاه بحماية الأنواع المهددة بخطر الانقراض، وذلك عن طريق تعريفها وسن القوانين لحمايتها وحفظ بيئاتها الطبيعية من الدمار وتتميتها في الأسر ثم إعادة إطلاقها في البيئة مرة أخرى.

٢. اتجاه المحافظة على النظام البيئي: يهتم هذا الاتجاه بالمحافظة على أنواع المشائر المختلفة في الطبيعة وإنشاء المحميات الطبيعية تحت حماية القانون، ولتتراجع الأنواع الوافدة.

٣. اتجاه تنظيم الحياة البرية: يفرض من هذا الاتجاه هو تنمية الاستغلال المستمر لمصادر الطبيعة وذلك بتنظيم الصيد عن طريق القوانين، وتحديد حصص الصيد، وإنشاء الهيئات الدولية لحماية الأنواع المهاجرة مثل الطيور.

٢-٣-٤ استراتيجيات حماية الحياة البرية

أعدت البلدان والأقاليم استراتيجيات وطنية وإقليمية للمحافظة على التنوع الأحيائي في إطار الوضع المتدهور للتنوع الأحيائي لديها والذي وصل إلى نقطة حرجة جداً، ولم يعد هناك وقت للتأخرى وعدم

المبالاة، لأننا أصبحنا أمام خيارين لا ثالث لهما: إما أن نصون الحياة البرية فيكتب لنا الحياة والبقاء وإما أن نواصل تدميرها وتخريبها فنحفر قبورنا بأيدينا.

هذه الاستراتيجيات تركز على استعمال التنوع الأحيائي والنظم البيئية التي تحتضنه بنمط مستدام (التنمية المستدامة) أي استعمال للموارد مع المحافظة على التنوع البيولوجي. بعبارة أخرى فإن الاستعمال المستدام يعني الاستفادة من مكونات التنوع البيولوجي بمعدل لا يخفض من مسواه على الأمد البعيد، وبالتالي المحافظة على قدرته على توفير المتطلبات الحياتية الآتية للأجيال اللاحقة.

٢-٤ مشكلة التصحر

٢-٤-١ تعريف التصحر

إن أفة التصحر من الأخطار المحقة بالمناطق ذات الأمطار الشحيحة في عالم اليوم بل ومن أكثرها خطورة وأهمية. ودراسة هذه المشكلة تهدف إلى إبراز الخطورة التي تتشكل من جراء هذه الظاهرة. وسوف نستعرض في هذا الموضوع العوامل التي تلعب دوراً في نشوء هذه الظاهرة وزحفها إلى المناطق المجاورة لها. وقد كان السبب الملح لدراسة هذا الموضوع أن هذه الظاهرة تجتاح معظم الأراضي في مناطق شاسعة من العالم ولذلك كان من الضروري معرفة هذه الظاهرة عن قرب والأسباب المؤدية إليها. نظراً لأن دولة الإمارات العربية المتحدة من الدول التي تعاني من ظاهرة التصحر، حيث تشكل الصحراء أكثر من ٩٠% من مساحتها الكلية، فإنه من الضروري معرفة مفهوم التصحر والتعرف على العوامل الطبيعية والبشرية المؤدية إلى هذه الظاهرة وكذلك معرفة الآثار الناجمة عنها وإيجاد الحلول العلمية والعملية المناسبة لها ودور دولة الإمارات في مكافحة التصحر.

إن التصحر مأخوذ من كلمة الصحراء، فالصحراء الحارة والجافة عبارة عن الأرض التي يقل فيها المعدل السنوي للأمطار عن ١٠٠ مم، لمفهوم الجفاف ملازم للصحراء. إن التصحر هو الظاهرة التي تدمر القدرة الحياتية للأرض وبعد ذلك يؤدي بالأرض إلى ظروف صحراوية كاملة. ويعرف التصحر أيضاً بأنه عبارة عن هدم القدرة الإنتاجية للتربة في أية بيئة من البيئات الطبيعية سواء كانت هذه البيئة جافة أو شبه جافة أو رطبة.

ونستنتج من ذلك أن التصحر ليس إلا انخفاضاً في القدرة الإنتاجية للتربة وهو أيضاً يقلل قدرة البيئة على إعادة استخدام الأراضي الزراعية. ولخطورة هذه الظاهرة لم يتوقف العلماء أو المنظمات عن تعريفها بل اتسعت وتعددت بحيث كان تعريف التصحر لمنظمة اليونسكو ١٩٨٣ بأنه مجموعة الأفعال

التي تترجم في شكل انخفاض - ذو شدة متفاوتة - في الغطاء النباتي، يؤدي إلى اتساع مظاهر الصحراء في مناطق لم تكن توجد بها من قبل هذه المظاهر والسمات".

وبهذا نستنتج أن التصحر لا يؤدي فقط إلى فقدان التربة لغطائها النباتي بل يؤدي أيضا إلى اتساع مظاهرها في مناطق لم توجد بها هذه المظاهر من قبل. ورغم اختلاف العلماء في وضع تعريف محدود ودقيق لمفهوم ولهماد التصحر إلا أن الكثير منهم يتفق على الإطار العام للتصحر ويمكن التعبير عنه بأنه "تقلص وتدهور القدرة البيولوجية للنظام البيئي بشكل تكون آثاره البيئية والاقتصادية سلبية على النظم البيئية وبشكل يقلل من قدراتها على أداء دورها الطبيعي في الحياة". ومن هذا المفهوم نستنتج أن التصحر ظاهرة سلبية على النظم البيئية بشكل يقلل من قدرتها على أداء دورها.

غالبا ما يختلط مفهوم التصحر مع مفاهيم أخرى لذلك يتحتم علينا أن نتطرق إلى:

إشكالية المصطلح

لاتساع مفهوم التصحر برزت فوارق بسيطة بين التصحر والجفاف محاولة للتمييز وبذلك أشار البنك الدولي (١٩٨٤) إلى أن "الجفاف" هو أمر خطير في ذاته ولكنه وقتي فمع سقوط المطر تجد الأراضي استعادت خصوصيتها الأصلية". وفيما يتعلق بالتصحر فإنه على العكس "لا يمكن للأمطار حتى ولو كانت عاتية أن تعيد للأرض خصوصيتها".

نستنتج أن ظاهرة الجفاف ظاهرة خطيرة ولكن في حد ذاتها ليست أخطر من ظاهرة التصحر التي لا يمكن للأمطار أن تعيد للأراضي خصوصيتها.

وإذا أجرينا تمييزا بين تدهور الأراضي وتصحرها وجدنا أن: "تدهور الأراضي ليست إلا جزءا من المساحات المتدهورة يمكن أن يكون موضوعا لإعادة تجديده للإنبات، فهو لم يفقد وعلى نحو نهائي قدرته الإنتاجية". وعلى النقيض من ذلك فإن المساحات المتصحرة يتحقق فيها فقد القدرة الإنتاجية على نحو مؤكد أو كلي. يتضح لدينا من خلال هذا التمييز أن تدهور الأراضي يمكن إعادة تجديدها للإنبات على نقيض تصحر الأراضي فإنه لا يمكن ذلك لفقدانها القدرة الإنتاجية بشكل مؤكد. وعندما يفرض علينا النظر إلى عملية التصحر وتولدها خارج الصحاري وتزحف نحوها يفرض علينا أيضا التمييز بين المناطق الصحراوية والمناطق المتصحرة لذلك يمكن القول: "إن المناطق المتصحرة لم تكن صحاري سابقا بل كانت مناطق منتجة وذات غطاء نباتي يتناسب مع درجة جفافها". أما المناطق الصحراوية فهي مناطق شديدة الجفاف يعود تشكلها إلى عوامل طبيعية وليس للإنسان أي تأثير في هذا الشكل. وبذلك نستنتج من

ذلك أن المناطق المتصحرة كانت مناطق منتجة وذات غطاء نباتي أما الصحاري فهي بالأساس مناطق شديدة الجفاف ويعود تواجدها إلى عوامل طبيعية.

٢-٤-٢ العوامل الطبيعية للتصحّر

إن العوامل المؤدية للتصحّر تعتبر كثيرة ومتعددة وخلال عملية التصحّر يصعب بصفة عامة تقييم درجة أهمية ومسؤولية العوامل المختلفة ومنها:

- نقص كمية الأمطار

تعتبر الأمطار المصدر الأول والأساسي لتواجد المياه وعند نقص كميته تكون الكارثة قد حلت ومثال على ذلك فقد كان المعدل المطري ما بين ١٩٦٥ - ١٩٩٢م لا يزيد عن ١٢٠مم، بينما بلغ المعدل المطري ما بين ١٩٨١ - ١٩٨٢م حوالي ٢٨٢ مم، وارتفع هذا المعدل في المناطق الجبلية إلى ٤٥٠ مم. ومثال آخر لسنوات للجفاف الشديدة التي حدثت في سنة ١٩٨٤ - ١٩٨٥م حيث بلغ المعدل المطري ٢٤ مم وفي أبو ظبي لم يزد المعدل المطري عن ٦ مم وفي المناطق الجبلية والشمالية لم تسقط أمطار بالمرة. ويتضح لنا من خلال هذه الأمثلة أن كمية الأمطار المتساقطة في تراجع ملحوظ.

- ارتفاع نسبة التبخر

تقل نسبة التبخر شتاء بسبب انخفاض درجة الحرارة والعكس صحيح حيث تزيد معدلات التبخر بكميات كبيرة عن معدلات التساقط (الأمطار) خاصة في الصيف، ويصل المعدل الثانوي للتبخر في الإمارات إلى ٣٣٢٢ مم بينما يصل المعدل السنوي للأمطار ٩٦ مم تقريبا أو يزيد بعض الشيء. ونلاحظ من هذه النسب الفرق الشاسع ما بين معدلات التبخر المرتفعة ومعدلات الأمطار المنخفضة والتي تنعكس على الحياة الزراعية والثروة الحيوانية والنباتية وبعد ذلك على الحياة البشرية. نستنتج من خلال هذا العامل أن معدلات التبخر تزيد بكميات كبيرة عن معدلات التساقط والتي تنعكس على الحياة بصورة سلبية.

- زحف الكثبان الرملية

ارتفعت نسبة المساحات المتعرضة لزحف الكثبان الرملية بحيث تغطي الكثبان الرملية أكثر من ٨٠% من مساحة دولة الإمارات أتى بقع معظمها في الغرب والجنوب الغربي للدولة وتعتبر امتدادا لبحر الرمال (المعروف بالربع الخالي). وتعتبر جميع أنواع الكثبان الرملية بأشكالها المختلفة متحفا تضاريسيا للكثبان الرملية وتلعب الرياح الدور الأساسي في تشكيل نموذج هذه الكثبان الرملية لتصبح كمنظور من المظاهر التضاريسية.

- ارتفاع نسبة الملوحة

وهي من العوامل الطبيعية المنتشرة في المناطق الجافة والقاحلة حيث إن المشاكل الناتجة عن ارتفاع نسبة الملوحة بالتربة ترجع أساسا إلى ذوبان الأملاح بالتربة وعادة ما يكون مصدرها إما المياه الجوفية أو الطبقات الأرضية الحاملة للأملاح. إن مشاكل الملوحة وكيفية التخفيف منها في التربة تعتبر من الأمور المعقدة لارتباطها عادة بارتفاع كمية المياه الجوفية إلى أعلى حيث سطح التربة، فوبخر الماء وتبقى الأملاح على سطح التربة. نستنتج من ذلك أن ارتفاع نسبة الملوحة بالتربة ترجع أساسا إلى ذوبان الأملاح بالتربة خاصة عند ارتفاع كمية المياه الجوفية على سطح التربة بحيث يتبخر الماء وتبقى الأملاح.

- انخفاض منسوب المياه الجوفية

وهي من العوامل التي تهدد العديد من المناطق بانخفاض منسوب المياه الجوفية أو جفافها تماما، إن انخفاض منسوب المياه من الآبار يمكن أن نلمسه بصورة مباشرة بالمنطقة المجاورة للآبار حيث حدث ما يسمى (بالنفج القمعية) والسبب الرئيسي لتكونها هو الاستخدام الجائر لمياه الآبار خاصة ري المزروعات وكنسجة لزيادة نسبة الري في كثير من المناطق فإن منسوب المياه سوف يرتفع في سنوات قليلة وذلك لأن الاعتقاد السائد والخطأ عند بعض الفلاحين أنه كلما زادت نسبة الري للمزروعات ترتفع نسبة الإنتاج الزراعي (المحصول). وبذلك نستنتج من ذلك أن السبب الرئيسي لانخفاض منسوب المياه الجوفية هو الاستخدام الجائر لمياه الآبار خاصة في ري المزروعات.

- سوء استثمار واستغلال العناصر البيئية الطبيعية

تدل الدراسات الإحصائية المنشورة أن حدة التصحر في تزايد مستمر خاصة مع التزايد السكاني الكبير الذي شهده العالم وكذلك ارتفاع المستوى المعيشي والاقتصادي والاجتماعي النسبي وما ترتب عليه من ازدياد في معدلات الاستهلاك، وزيادة الطلب على الموارد البيئية الطبيعية بشكل عام والمنتجات الزراعية بشكل خاص. ذلك أدى بالإتسان إلى توميع رقعة استغلاله للعناصر البيئية والاستغلال مناطق شبة وحساسة وغير مستقرة تمتاز بعدم تحمل للنظم البيئية بها لهذا الاستغلال المكثف لعناصرها الطبيعية مما أدى إلى اختلال لقرائنها الطبيعي مما كان سببا في تزايد سرعة عمليات التصحر وازدياد حدوثها.

- الرعي الجائر

معظم المناطق الجافة تمارس نشاط الرعي الجائر وهو استغلال المراعي بشكل عشوائي غير منتظم عن طريق زيادة عدد الماشية عن القدرة البيولوجية (الحمولة الرعوية) لتلك المراعي الطبيعية مما أدى إلى ضغط شديد عليها وتدهور واختفاء الغطاء النباتي الذي ساعد بدوره في تدهور خصوبة التربة وسارع في عمليات التصحر.

- قطع الأشجار الحرجية

ارتفعت نسبة تقلص مساحات الأشجار الحرجية خاصة في بعض مناطق الإمارات الشمالية حيث تشوم بعض البلديات بقطع الأنجار الحرجية المتمثلة في أشجار الغاف والسمر والسدر والخويسف وذلك لأغراض زراعية أو لأغراض البناء أو إقامة الطرق أو مد خطوط الكهرباء والهاتف أو أنابيب المياه والغاز. ويلاحظ في إحدى جوانب الأسواق وجود أكوام الحطب للبيع خاصة لعناصير ولائم الأفراس. وفي هذه الحالة يكون لها الأثر السلبي على البيئة والغابات باعتبار هذه المعادلات وسيلة من الوسائل التي تساعد على التصحر.

- استنزاف المياه الجوفية

لقد أدركت الدول العربية خطورة الوضع في نقصان المياه الجوفية فعملت الدراسات العديدة لتنظيم عملية استهلاك المياه وذلك نظراً لقلة الأمطار والارتفاع الشديد لنسبة التبخر فإن المياه تعتبر من السلع النادرة بدولة الإمارات. وكما هو معلوم فإن المصادر الرئيسية للمياه إما من الآبار الارتوازية أو الأفلاج التي ترتبط ارتباطاً مباشراً بكمية تساقط الأمطار. وهذه المصادر من المياه لا تفسد الطلب المتزايد للمياه من طرف الصناعة الحديثة ولا الزراعة المتنامية ولا الاستخدامات المنزلية والتي ترتبط بالزيادة السكانية الهائلة.

- إزالة الغابات

ويعتبر هذا العامل من العوامل السائدة بين الدول العربية والتي تساعد على اتساع عملية التصحر، وذلك عن طريق قطع الأشجار والشجيرات واختفاء الغطاء النباتي من مساحات كبيرة مما جعل التربة عرضة وخصوصاً في المنحدرات، لعمليات الانجراف والتعرية المائية والريحية.

٢-٤-٤ حالات التصحر وأخطاره

يمكن تقسيم التصحر إلى أربع حالات تبعاً لشدة تدهور القدرة الحيوانية للبيئة:

١. تصحر طفيف

وهو أول مرحلة من مراحل التصحر والذي لا تحدث معه تغيرات كبيرة في القدرة البيئية ولا يلهم عنه تأثيرات بيئية خطيرة. مثال: منطقة تواجه نقصاً أو انحصاراً ضئيلاً في الغطاء النباتي بسبب نشاطات البشر المختلفة أولاً ثم الظروف الطبيعية. معالجة التصحر الطفيف أسهل من الحالات المتقدمة بكثير وأقل كلفة من الناحية الاقتصادية.

٢. تصحر معتدل

في هذه المرحلة تتعرض العناصر البيئية للتدهور والانخفاض في قدرتها البيولوجية أو الحيوية. ويبدأ نشاط واضح لعمليات التعرية بفعل الرياح أو المياه، كما تبدأ بعض الكائنات الرملية بالظهور، وتزداد ملوحة التربة وبالتالي يقل الإنتاج النباتي إلى حوالي ٣٥%. وهي مرحلة تحتاج إلى تكاليف أكثر من المرحلة السابقة.

٣. تصحر شديد

مرحلة متقدمة للتصحر يستبدل فيها النباتات المفيدة بأخرى غير مفيدة وضارة بالبيئة. وتشهد ازدياداً في مستوى التعرية وجرف التربة وازدياد الملوحة. ويصبح معالجة التصحر في هذه الحالة أكثر تعقيداً وكلفة ويحتاج إلى فترة زمنية طويلة لإصلاح النظام البيئي وإعادة الاقتران.

٤. تصحر شديد جداً

في هذه الحالة تفقد التربة قدرتها الإنتاجية وتغطيها قشرة ملحية، ويتزايد الكثبان الرملية فيها. وهذه الحالات يتطلب إصلاحها تكاليف باهظة وتستغرق فترات زمنية طويلة وفي أغلب الحالات لا يمكن إصلاحها. ونستنتج مما سبق أنه تلزم الحلول المبكرة للتصحر أي عندما يكون التصحر في بدايته قبل استفحاله. إن خطورة التصحر تكمن في تحول الأرض المنتجة إلى أرض قاحلة يهجرها سكانها وتموت حيواناتها وتكتمش نباتاتها. تهدد هذه الكارثة نحو ٦٢٨ مليون نسمة هم سكان أراضي المناطق الجافة.

٢-٤-٥ الآثار الاقتصادية والاجتماعية الناتجة عن التصحر

للتصحر تأثيرات وأضرار يمكن أن تظهر في التربة وفي حياة النبات والحيوان والإنسان مثل:

● انخفاض الإنتاجية الزراعية

يؤدي التصحر إلى فقدان التربة لخصوبتها مما يترتب عليه تدهور الإنتاجية الزراعية كماً ونوعاً.

● انخفاض الإنتاجية الحيوانية

يؤدي انخفاض الإنتاجية الزراعية وهي البنية الأساسية للمراعي إلى تقليل عدد الأغنام والماشية وتخفض تبعاً لذلك إنتاجيتها من اللحم والحليب.

● انخفاض القدرة الإنتاجية للغابات

نقص في مساحة الغابات وانخفاض إنتاجيتها.

● تدهور البيئة البرية

انخفاض أعداد الحيوانات والطيور البرية التي كانت تزخر بها المنطقة البرية و تصبح هذه الحيوانات والطيور مهددة بالانقراض. إن النظم البيئية لا تستطيع إعادة إزالتها البيئي أو على الأكل تحتاج إلى فترة زمنية طويلة وتكلفة اقتصادية عالية، ذلك إذا ما أحدث الإنسان أو الحيوان خللاً في تلك النظم البيئية عن طريق الرعي الجائر أو استهلاك الموارد البيئية الطبيعية، فتفقد بذلك النظم البيئية قدرتها الإنتاجية. يترتب على ذلك ظهور حالة من حالات التصحر.

٢-٤-٦ الحلول والمقترحات لمكافحة التصحر

تعددت مشاريع مكافحة التصحر ومن ضمنها:

- المحافظة على التربة والماء وذلك عن طريق تحريج الأراضي العادية الشديدة الانحدار، وزراعة الأشجار على الأراضي المتوسطة الانحدار بإنشاء المدرجات وحرث التربة أفقياً لزراعة المحاصيل على المنحدرات الخفيفة ووضع خطة إدارية متكاملة لاستغلال مساقط المياه واعتماد الري بالرش أو التقيط للتخفيف من استهلاك الماء وتجميع مياه الأمطار على المنحدرات البسيطة. هذه الوسائل كلها تهدف في نهاية المطاف إلى ترشيد استخدام الأراضي واستغلالها بشكل مستديم.
- تخفيف حدة الكثافة السكانية في بعض المناطق الريفية وبخاصة في تلك المناطق التي يتم فيها تنفيذ برامج التنمية والتطوير.

- تقليل عمليات البخر في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث ندرة المياه وارتفاع درجة الحرارة واشتداد سرعة الرياح حيث يزداد معها معدلات التبخر من سطح التربة ويؤدي إلى هدر كميات كبيرة من المياه. وقد دلت الدراسات العملية والعلمية على أن نحو ٥٠% من المياه تضيع نتيجة للتبخر من سطح التربة. لذا فمن الواجب اتخاذ الأساليب والوسائل التي من شأنها تقليل الضائع من المياه عن طريق وضع حواجز غير مسامية على سطح للتربة مثل الحفاظ على التربة من التعرية أو الانجراف والذي يؤدي بدوره إلى رفع الكفاءة الإنتاجية للمحاصيل.
- تقليل نسبة الأملاح في التربة عن طريق غسل التربة والقيام بعمليات الصرف عن طريق حفر خنادق للصرف حيث تتسرب المياه الزائدة مع الأملاح إلى المجرى في الخندق. وهناك طريقة أخرى وهو القيام بزراعة محاصيل زراعية تتحمل الملوحة.

قد يلعب التقدم التكنولوجي الدور الفعال في مكافحة التصحر لذلك فقد أثبتت كثير من الدراسات أن هناك علاقة وطيدة بين ظاهرة التصحر ودرجة التقدم التكنولوجي. فكلما ازدادت معدلات التقدم التكنولوجي قلت معدلات التصحر في تلك الدول والعكس صحيح. ويمكن ملاحظة استمرار تزايد معدلات التصحر في الدول النامية بسبب التخلف التكنولوجي لتلك الدول ممثلاً بالدرجة الأولى في سوء التخطيط مما أدى إلى سوء استغلال الغطاء النباتي في مناطق الغابات الطبيعية والمراعي وزيادة الضغط على النظم البيئية بشكل مستمر. ذلك زاد من تبسيط تركيبها وانخفاض قدرتها البيولوجية على الإنتاج وكانت محصلة تلك العمليات تدهور النظم البيئية للمناطق الجافة وشبه الجافة وزيادة معدلات التصحر السنوية وانخفاض طاقة تلك النظم على تأمين الغذاء للإنسان والحيوان في تلك الدول.

٢-٧ دور دولة الإمارات في مكافحة التصحر

لقد قطعت دولة الإمارات خطوات واسعة لحماية البيئة ومكافحة التلوث وقهر الصحراء بفضل الرؤية الحكيمة لصاحب السمو الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان رئيس الدولة حفظه الله ورعاه، ودعم سموه المستمر الذي جعل من الدولة قوة ونموذجاً للدول التي تتصف بالطبيعة القاسية للصحراء وحافظت على البيئة ونقلتها وحمايتها من التلوث لأنها اعتبرت ذلك منذ البداية هدفاً رئيساً لسياساتها التنموية. وبذلت الدولة جهوداً مكثفة في ظروف بيئية قاسية لمعالجة مشكلة التصحر وزيادة الرقعة الخضراء وتطوير الموارد الطبيعية. ومن هذه الرؤى الحكيمة خاضت الإمارات تجربة عظيمة في زراعة الغابات وأحزمة

الحماية الغابية ونشرتها بمختلف مناطق الدولة وذلك لما لها من أثر كبير وفعال في تحسين الظروف الطبيعية والمناخية والحد قدر الإمكان من تأثير لمد الصحراوي الذي يهدد بتقليص المساحات الزراعية الصالحة للتعمية. وعلى هذا فقد أخذت المشاريع الغابية في الإمارات بعداً استراتيجياً من خلال تكريس واقع بني بشر بمستقبل أكثر جدوى في مجال استثمار المساحات الهائلة القاحلة.

ونظراً لمرور مدار السرطان إلى الجنوب من الدولة، فالمناخ مداري صحراوي حار وعلى هذا يسود البلاد فصلان فقط خلال أيام العام وهما الصيف والشتاء، حيث الصيف الحار وحرارته ما بين ١٨، ٤٥ درجة مئوية أما المعدل المطري فيصل إلى ٥٠ مم في الجهات الغربية من الدولة وفي الجبال الشرقية يصل إلى ١٤٠ مم. ونتيجة لهذا الواقع المناخي كان لابد من جهود جبارة إلى سبيل قهر الصحراء ووقف الزحف الأصفر إضافة إلى استصلاح الأراضي وتحويلها إلى أراض صالحة للزراعة وذلك وفق استخدام أحدث الطرق العلمية في الري وحفر الآبار وتسوية الأراضي وتمهيداً وإزالة الكثبان الرملية وزراعة الغابات ومصدات الرياح. ولقد تلازمت النهضة الشاملة في الإمارات مع تنمية الموارد البيئية متخذة من الزراعة سيلاً ومنهجاً لترسيخ واقع بني زراعي بقلب الواقع ويؤسس دولة زراعية قادرة على سد حاجاتها وتنمية مواردها واستثمارها. وعملت توجيّهات القيادة الحكيمة على تخطي كافة العقائق التي كانت تقف في وجه النهضة الزراعية.

إن استغلال العلم والتقنيات التكنولوجية وتسخيرها في مجال الزراعة قد وضع للتنمية الزراعية قدماً حيث بلغت نسبة الأراضي المزروعة أكثر من ٢٢ ألف مزرعة يبلغ مساحة المزرعة ٢٢٢٠٠٠ هكتاراً يشكل النخيل الجزء الأكبر من الأشجار. وقد بلغت مساحة الأراضي المزروعة بالغابات أكثر من ٢١٠ آلاف هكتار.

ونستطيع أن نستنتج مما سبق أن مشكلة التصحر في أبسط وأعرق أبعادها ناتجة عن العوامل الطبيعية للتصحر والمتعلقة في نقص كمية الأمطار وارتفاع نسبة التبخر إلى جانب العوامل البشرية المتعلقة في حرق الرعي الجائر وقطع الأشجار الحرجية وغيرها من العوامل. إن ظاهرة التصحر ظاهرة خطيرة في حد ذاتها وأنها لم تنشأ على أساس العوامل الطبيعية فقط بل كان العامل الثاني في نشوء هذه الظاهرة هو الإنسان، ولأن تأثيرات وأضرار هذه الظاهرة لم تقتصر على التربة فقط بل ظهرت وامتدت أيضاً في حياة النبات والحيوان والإنسان. ورغم كل هذه الآثار لا يزال الكثير من الأراضي المتصحرة بدون حل خاصة المناطق القاحلة في البلاد النامية، التي لم تسأير حركة التقدم حتى الآن للقضاء على هذه الظاهرة. لذلك فإن المسألة تحتاج إلى الاهتمام من الباحثين لتوفير المعلومات للعاملين إلى جانب الدول المتقدمة لمُنح البلاد الفقيرة المساعدات والقروض المالية للقضاء على هذه الظاهرة الخطيرة.

١-٥-٢ مصادر الغذاء في العالم ومشاكلها

تعتبر مشكلة الغذاء من المشكلات البيئية الهامة في عالمنا المعاصر حيث أن حياة الكثير من سكان العالم مهددة بخطر الجوع والمجاعات، وهي مشكلة، وإن كانت عالمية، إلا أنها مشكلة الدول النامية بصفة خاصة. إذ تعاني هذه الدول من نقص واضح في إنتاجها الغذائي، وضعفاً في قدرة معظم سكانها على توفير الحد الأدنى المعقول من السعرات الحرارية المطلوبة. ومما يحدد عالمية المشكلة ما تبديه الأمم المتحدة من اهتمام بها حيث خصصت يوم ١٦ أكتوبر من كل عام للاحتفال بيوم الغذاء العالمي الذي يعتبر بمثابة دعوة سنوية متجددة لتعميق الوعي العالمي بالمشكلة، والعمل على تنمية مصادر الإنتاج الغذائي بما يحقق الأمن الغذائي العالمي.

ويمكن أن نتصور أبعاد المشكلة إذا علمنا أن خبراء السكان يتوقعون أن يزداد تعداد سكان العالم ليصل إلى ٨,٥ بليون شخص بحلول عام ٢٠٢٥م. ولإطعام هذا العدد الهائل من السكان يجب إنتاج كم كبير من الطعام خلال ٢٥ عاماً القادمة يعادل ما أنتج خلال العشرة آلاف عام الماضية (أي منذ بداية عصر الزراعة). فعلى الرغم من أن العالم ينتج اليوم غذاء لكل فرد من السكان أكثر من أي وقت مضى في تاريخ البشرية، إلا أن ما يربو على ٧٣٠ مليون نسمة في الدول النامية لا يحصلون على ما فيه الكفاية من الغذاء ليعيشوا حياة عاملة منتجة بصورة طبيعية، منهم ٣٤٠ مليون نسمة في ٨٧ دولة نامية لا يحصلون على ما يكفي من السعرات الحرارية للحيلولة دون إعاقة النمو والمخاطر الصحية.

ومن ثم فالمشكلة ليست مجرد إنتاج غذاء يكفي سكان العالم، وإنما عدالة توزيع إنتاج الغذاء على سكان العالم مما يقضي على ظاهرة الجوع والمجاعات التي تسود الكثير من الدول النامية خاصة في القارة الإفريقية (أكثر القارات جوعاً). كما أن المشكلة لا تكمن فقط في معدلات الإنتاج الحالية، وإنما في استمرار هذه المعدلات بما يتفق ومعدلات النمو السكاني على المدى القصير والطويل دون المساس بسلامة البيئة التي تعتبر الركيزة الأساسية لاستمرار قدرة البيئة على العطاء. وليس ثمة شك في أن السلامة البيئية أصبحت محورياً وهادفاً أساسياً من أهداف التخطيط من أجل التنمية بعد أن أصيبت بعض البيئات بالإجهاد وبدأت في الانقراض.

يقصد بمشكلة الغذاء "حدوث نقص واضح في كمية الغذاء ونوعيته عن المعدلات المعقولة المتمثلة في الحد الأدنى للسعرات الحرارية كما حددتها منظمة الأغذية والزراعة وهي حوالي ٢٦٥٠ سعراً حرارياً في اليوم". ومع تناقص إنتاج الغذاء المحلي وعجزه عن مولكة الطلب السكاني المتزايد، واعتماد بعض الدول على استيراد الكثير من حاجاتها الغذائية خاصة الحبوب التي تعتبر من المواد الغذائية الاستراتيجية، امتد مفهوم المشكلة الغذائية ليشمل بدأ جديداً. هذا البعد يتمثل في عدم ضمان وصول ما تحتاجه الدولة من مواد غذائية بصورة منتظمة رغم توفر القدرة المالية لهذه الدول وقدرتها على استيراد كل ما تحتاجه من المواد الغذائية. ويطلق على هذه الحالة "مشكلة الأمن الغذائي". وللواقع أن مشكلة الأمن الغذائي من المشكلات الاستراتيجية التي توليها الكثير من الدول أهمية خاصة لأنها مرتبطة بالأمن القومي".
 فلذا نظرنا إلى دول مجلس التعاون الخليجي نجد أن معظمها لا تنتج حاجتها من المواد الغذائية وتعتمد على الاستيراد من الخارج. وهي لذلك عمالية غير آمنة في ظل المتغيرات الدولية.

هناك جوانب أخرى يجب مراعاتها عند التصدي لمشكلة الغذاء وهي:

- ١- إنتاج نوعية من الطعام تحتوي على البروتينات والفيتامينات والأملاح المعدنية الكافية لمنسج مسو للتغذية.
- ٢- تخزين الغذاء وحفظه من الفساد ومنع الآفات من إصابته.
- ٣- نقل الغذاء وإيجاد منافذ لتوزيعه.
- ٤- تقديم حوافز اقتصادية للمزارعين تشجعهم على إنتاج الغذاء لمواجهة احتياجات العالم.
- ٥- تقليل الضرر الذي ينسب للتربة والهواء والماء والحياة البرية والذي ينشأ عن إنتاج وتوزيع الغذاء.

٢-٥-٣ مظاهر المشكلة الغذائية ومخاطرها

هناك بعض المظاهر والمخاطر التي تؤخذ كمؤشرات على حدوث مشكلة الغذاء ويمكن أن نوجزها فيما يلي:

- ١- انتشار الكثير من الأمراض الغذائية خاصة في الدول النامية مثل مرض الهزال والبري بري والكساح والاليميا وغيرها مثل العمى الجزئي أو الكلي. وقد جاء في مؤتمر السكان والتنمية

(١٩٨٤) أن نحو ١٠٠٠ مليون نسمة من سكان الدول النامية يعانون من الجوع وسوء التغذية وما صاحبها من أمراض غذائية مختلفة.

٢- تكرر حدوث المجاعات في كثير من الدول النامية منذ النصف الثاني من القرن الماضي خاصة في الدول التي تتعرض من حين لآخر لنوبات للجفاف كما حدث في منطقة حزام الجوع الإفريقي الذي شهد عدة مجاعات إبان نوبة جفاف ١٩٦٧ - ١٩٧٣، ونوبة جفاف ١٩٨٠ - ١٩٨٤.

٣- تزايد حجم المواد الغذائية المستوردة وقيمتها من جانب الدول النامية بشكل مطرد.

٤- استخدام الغذاء كسلاح في يد الدول المتقدمة ذات الفائض الغذائي في تحقيق بعض المكاسب الاقتصادية والسياسية على حساب الدول النامية مما أعطي للمشكلة الغذائية بعداً سياسياً، وأصبح من لا يملك إنتاج رغيف الخبز لا يملك حرية قراره السياسي. ولقد قالها الرئيس الأمريكي الأسبق جيرالد فورد بصراحة في مطلع السبعينات: "لسنا مضطرين لإرسال جيوشنا لاحتلال مناطق الشرق الأوسط والدول النامية، سيأتي اليوم الذي يدعوننا فيه للتواجد في أراضيهم مقابل الغذاء."

٢-٥-٤ الوضع الغذائي الحالي في العالم

- هناك حوالي ٨٠ ألف نوع من النباتات يمكن أن تشكل مصادراً للغذاء، ومع هذا فإن العالم يعتمد في غذائه على حوالي ٣٠ محصول منها أقل من ٢٠ محصول تنتج ٩٠% من غذاء العالم. وهناك أربعة محاصيل هي القمح والأرز والذرة والبطاطس تنتج من الغذاء أكثر مما تنتجه المحاصيل الأخرى. ويتكون باقي الغذاء من السمك واللحم والمنتجات الحيوانية مثل اللبن والبيض والجبن والتي نحصل عليها أساساً من ثمانية أنواع من حيوانات المزرعة.

- تمد الحبوب سكان العالم بنصف ما يحتاجونه من الطاقة، وهناك ثلثان من كل ثلاث من سكان العالم يعتمدون على الأغذية النباتية، فاللحم والمنتجات الحيوانية مرتفعة الثمن بالنسبة لكثير من الناس.

- مع لزيادة الدخل يستهلك الناس كميات أكثر من الحبوب بطريقة غير مباشرة وذلك بتقسيمها كغذاء لحيوانات المزرعة التي نحصل منها على اللحوم والألبان والبيض والجبن وكثير من المنتجات الأخرى.

ففي دول العالم المتقدم تتغذى حيوانات المزارعة على نصف الإنتاج العالمي السنوي تقريباً من الحبوب خاصة الذرة وفول الصويا. ويتضح من هذا أن ربع سكان العالم — وهم الذين يأكلون اللحوم —

يستهلكون ٤٠% من إنتاج الحبوب العالمي بطريقة غير مباشرة، كما أن حوالي ثلث إنتاج العالم السنوي من الأسماك يتحول إلى أعلاف لتغذية حيوانات المزرعة.

الزراعة كمصدر من مصادر الغذاء

تُتبع في المناطق المختلفة من العالم عدة نظم زراعية رئيسة لإنتاج المحاصيل وأعلاف الحيوانات وهي:

- الزراعة الآلية

تستخدم لإنتاج كميات كبيرة من نوع واحد من المحاصيل أو الأعلاف للبيع داخل نفس البلد أو في البلدان الأخرى. وفي هذا النوع من الزراعة تستخدم طاقة البترول والغاز الطبيعي لتشغيل الآلات الزراعية وتجفيف المحاصيل وإنتاج الأسمدة غير العضوية. كما تستخدم المخصبات غير العضوية ومبيدات الآفات. إن هذا النوع من الزراعة، الذي يتم استخدامه في ٢٥% من الأراضي الزراعية واسع الاستخدام في الدول المتقدمة وبدأ في الانتشار منذ منتصف الستينات في الدول النامية.

- الزراعة المتخصصة

وهي زراعة المحاصيل التي تدر دخلاً مثل زراعة الموز والكاكاو والبن وهي محاصيل تزرع في البلدان الاستوائية والنامية ويتم بيع معظم إنتاجها للدول المتقدمة.

- زراعة الإعاشة التقليدية

تستخدم لإنتاج ما يكفي من المحاصيل والأعلاف التي تحتاجها عائلات المزارعين وحيواناتهم. وقد يتوفر في بعض السنوات محصول يكفي للبيع أو للتخزين لمواجهة نقص المحصول في السنوات قليلة الإنتاج. وفي هذا النوع من الزراعة تشكل الطاقة البشرية وطاقة حيوانات المزرعة المصدر الوحيد للطاقة بالإضافة إلى طاقة الشمس. ويعمل بهذا النوع من الزراعة سكان الغابات الاستوائية والبنو.

- الزراعة التقليدية الكثيفة

وفيها يستخدم المزارعون كميات متزايدة من العمال والمخصبات للزراعة والماء لإنتاج غذاء يكفي لإطعام عائلاتهم وفائض يمكن بيعه. ويشغل بهذين النوعين الأخيرين من الزراعة التقليدية حوالي ٢,٧ بلليون فرد أو ما يقارب نصف سكان العالم. ويسكن هؤلاء المزارعون المناطق الريفية من الدول النامية.

الزراعة الآلية والثورة الخضراء

يمكن زيادة إنتاجية المحاصيل في العالم إما عن طريق إضافة المزيد من الأراضي الزراعية وإما عن طريق رفع إنتاجية الأراضي الزراعية الموجودة فعلاً. ومنذ الخمسينات من هذا القرن كانت معظم الزيادة في إنتاج المحاصيل ناتجة عن رفع إنتاجية الأراضي الزراعية الموجودة فعلاً وهو ما يسمى بالثورة الخضراء. ولقد اعتمدت الثورة للخضراء على زراعة أنواع وسلالات من النباتات تم استنباطها بطرق علمية وعلى استخدام كميات كبيرة من للمخصبات غير العضوية ومن مياه الري ومبيدات الآفات. لقد أدى هذا الأسلوب إلى الارتفاع الكبير في إنتاجية المحاصيل الرئيسية في الولايات المتحدة الأمريكية والبلدان الصناعية الأخرى في السنوات ما بين ١٩٥٠، ١٩٧٠م وهو ما يسمى "بالثورة الخضراء الأولى". وفي عام ١٩٦٧م بدأت الثورة للخضراء تمتد إلى كثير من بلدان العالم النامية. لقد أدت الأبحاث في مجال تربية النباتات ووراثتها إلى استنباط سلالات من القمح والأرز تعطى إنتاجاً وغيماً، فهي سريعة النمو وتلائم المناطق المدارية وتحت المدارية. لقد سميت هذه الخطوة: "بالثورة الخضراء الثانية". لقد أتاححت السيقان القصيرة والقوية والصلبة لهذه السلالات الجديدة حمل سنابل كبيرة من الحبوب. ومع استخدام كميات كبيرة من المخصبات والماء والمبيدات الحشرية أصبح إنتاج هذه السلالات الجديدة من القمح والأرز يعادل من ضعفين إلى خمسة أضعاف إنتاج السلالات التقليدية. لقد مكنت هذه السلالات سريعة النمو المزارعين من زراعة محصولين وأحياناً ثلاثة محاصيل متوالية في العام على نفس قطعة الأرض.

ويقدر أن حوالي ٩٠% من الزيادة في إنتاج محاصيل العالم في الستينات وحوالي ٧٠% من زيادتها في السبعينات وحوالي ٨٠% من زيادتها في الثمانينات يرجع إلى الثورة للخضراء الثانية.

لقد اعتمدت هذه الزيادة بدرجة كبيرة على:

- استخدام البترول في تشغيل الآلات
- إنتاج واستخدام الأسمدة غير العضوية
- استخدام مبيدات الآفات
- ري المحاصيل

ومنذ الخمسينات من هذا القرن حدث الآتي:

- أ- زاد استهلاك النشاطات الزراعية من البترول أربع مرات
- ب- تضاعف عدد الجرارات الزراعية أربع مرات
- ت- تضاعفت مساحة الأراضي التي تروى ثلاث مرات
- ث- تضاعف استخدام المخصبات الزراعية غير العضوية عشر مرات
- ج- تضاعف استخدام المبيدات الحشرية ٣٢ مرة

لقد وصل استهلاك قطاع الزراعة من البترول في ظل الثورة الخضراء إلى ١/١٢ من إنتاج العالم من البترول. ومع هذا فإن النباتات لا تستطيع أن تستهلك أكثر من حاجتها من الماء والمخصبات الزراعية. بهذا نصل إلى نقطة لا تزيد معها إنتاجية المحاصيل (Plateau) مهما زاد استخدام المياه والمخصبات، وبالتالي تزيد تكلفة الإنتاجية عن ثمن المحصول.

• لقد تبين أن إنتاجية المحاصيل تنخفض أيضا بسبب:

- زيادة تآكل التربة
- انخفاض خصوبة التربة
- استنفاد مخازن المياه الجوفية
- تلوث المياه السطحية والجوفية
- مقاومة الآفات لمفعول المبيدات

على الرغم من وجود مؤشرات تدل على تحسن الإنتاج العالمي من الغذاء إلا أن هناك العديد من المشكلات المرتبطة به، فالأرقام والبيانات تدل على الآتي:

- زاد إنتاج العالم من الحبوب ٢,٦ مرة بين عامي ١٩٥٠، ١٩٨٤م.
- زاد إنتاج الحبوب بالنسبة للفرد حوالي ٤٠%.
- انخفض متوسط أسعار الحبوب خلال نفس الفترة بنسبة ٢٥%.

ومع كل هذه الزيادة في الإنتاج العالمي من الحبوب انخفض نصيب الفرد منها في ٤٣ دولة نامية منها ٢٢ دولة أفريقية (في الفترة مابين ١٩٥٠، ١٩٩٠م). بالإضافة إلى هذا فإن معظم دول العالم تحتاج الآن إلى استيراد الغذاء، وعلى وجه الخصوص من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وأستراليا والأرجنتين وفرنسا. وتدل الأرقام أيضا على أن معدل الزيادة العالمي في نصيب الفرد من الطعام قد انخفض خلال الثلاثة عقود الماضية.

ويعود السبب في هذا الانخفاض إلى مجموعة من العوامل منها:

- الازدياد في عدد السكان.
- انخفاض إنتاجية الأرض من بعض المحاصيل التي تزرع بأسلوب الزراعة الآلية.
- ثبات أو انخفاض إنتاج المحاصيل في بعض الدول.
- الإسراف في استخدام الماء والتربة.
- انتشار الجفاف في عامي ١٩٨٧، ١٩٨٨.

لما التغير المتوقع في مناخ الأرض فمن الممكن أن يؤدي إلى اختلال الإنتاج الزراعي وبسبب ارتفاع كبير في أسعار السلع الغذائية مما سيؤدي إلى حدوث مجاعة جماعية. وبالرغم من نجاح الزراعة الآلية فإن النجاح الزراعي لا يزال يعتمد على الطقس المناسب والمناخ المستقر.

يحتاج الرجل يومياً كمية من الطعام تمدّه بحوالي ٢٧٠٠ سعر حراري، بينما تحتاج المرأة إلى ما يمدّها بحوالي ٢٠٠٠ سعر حراري وهو الحد الأدنى من السعرات الحرارية التي يحتاجها الإنسان. وإذا عجز الإنسان عن زراعة أو شراء الطعام الذي يمدّه بهذه الكمية أصبح يعاني من الجوع. وللحفاظ على صحة الجسم وعلى مقاومته للأمراض يحتاج الإنسان إلى نوعية خاصة من الطعام تحتوي على كم مناسب من البروتينات (٤١ جرام للشخص البالغ في اليوم) والكربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأملاح المعدنية. وبسبب الفقر يتناول الكثير من البشر أطعمة قليلة البروتين وعالية النشويات تتكون من الحبوب مثل القمح والأرز والذرة، وبالتالي فهم يعانون من سوء التغذية أو انخفاض البروتين والمواد الضرورية الأخرى في الأطعمة التي يتناولوها. ونتيجة لهذا فإن الكثير من فقراء العالم يعانون من للجوع وسوء التغذية معاً. ويقدّر أن من بين ٦٠ مليون شخص يموتون سنوياً نجد أن ما بين ١٠ - ٢٠ مليون معظمهم من الأطفال، يموتون نتيجة للجوع وسوء التغذية أو بسبب الأمراض المعدية التي لا تسبب الوفاة عادة إلا إذا كان المصابون بها يعانون من الجوع أو من سوء التغذية. وتقدر منظمة الصحة العالمية (WHO) أن الإسهال يقتل حوالي خمسة ملايين طفل تحت سن الخمس سنوات كل عام، وأن الأسباب المرتبطة بالجوع تقتل كل يومين إلى خمسة أيام عدداً من البشر يعادل ما قتلته القنبلة الذرية في هيروشيما.

٢-٥-٧ الفقر والجوع

ينتج العالم من الطعام كميات تكفي لإشباع الحد الأدنى من احتياجات أفراد من الغذاء بل وتفيض. ومع هذا فإن هذا الكم الهائل من الغذاء لا ينتج أو يوزع الآن بالتساوي بين سكان العالم. بالتالي فإن الفقر - وليس انخفاض إنتاج الغذاء - هو السبب الرئيس للجوع وسوء التغذية والموت بسبب الأمراض المرتبطة بها في عالم اليوم. وتغطي الزيادة الكلية في إنتاج العالم من الغذاء بالنسبة للفرد على الفروق الواسعة بين الدول بل داخل الدولة الواحدة بالنسبة لنصيب الفرد الفعلي من الغذاء ونوعية هذا الغذاء. فعلى سبيل المثال يرتفع نصيب الفرد اليومي من الغذاء في جنوب البرازيل حيث الأراضي أكثر خصوبة والمناطق أكثر عمراً وتحضرًا. أما في المناطق شبه القاحلة والأقل خصوبة والتي تقع داخل الشمال الشرقي للبلاد يعاني

الكثير من السكان من العجز لحاد في الغذاء. وعلى المستوى القومي يعاني اثنان من كل ثلاثة برازيليين من سوء التغذية.

هناك أيضاً سوء توزيع الغذاء داخل الأسرة الواحدة حيث يستأثر الرجال في الأسر الفقيرة بالنصيب الأكبر من الطعام بينما لا يحصل الأطفال حتى سن الخمس سنوات والنساء - خاصة الحوامل والمرضعات - على حاجاتهم الضرورية من الغذاء. وحتى في الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية يعاني سكان بعض المناطق من الجوع والفقر. وسوف تستمر أعداد الأفراد الذين يعانون من الجوع وسوء التغذية في الارتفاع طالما أنه ليست هناك زيادة واسعة النطاق في الدخل وفي إمكانية الحصول على أراض زراعية جديدة.

٢-٥-٨ أساليب زيادة إنتاج الغذاء العالمي

٢-٥-٨-١ زيادة إنتاجية المحاصيل

يتوقع خبراء الزراعة أن تأتي معظم الزيادة المستقبلية في إنتاج المحاصيل من زيادة إنتاجية الأراضي الزراعية الموجودة فعلاً، ومن تطوير ونشر تقنيات الثورة الخضراء في مناطق العالم المختلفة. ويعمل خبراء الزراعة الآن على إحداث ثورة خضراء جديدة هي ثورة الجينات وذلك باستخدام أساليب الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية. ويأمل علماء الزراعة في إنتاج سلالات نباتية عالية الإنتاجية وذات مقاومة عالية للحشرات والأمراض ولا تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء والأسمدة كما تقوم بإنتاج ما تحتاجه من المواد النيتروجينية مثلما تفعل البقوليات. كما يأملون في إنتاج محاصيل يمكن أن تنمو في الأراضي عالية الملوحة وتستطيع تحمل الجفاف واقتناص أكبر قدر من طاقة الشمس أثناء عمليات البناء الضوئي. كل ذلك خلال العشرين إلى الأربعين عاماً القادمة. بالطبع فإنه سوف يكون هناك بعض العقبات التي تقف في طريق تحقيق النجاح والاستمرار لهذه الآمال.

٢-٥-٨-٢ التوسع في زراعة الأراضي

على الرغم من التقدم التقني الذي يشهده قطاع الزراعة هذه الأيام فإن حوالي ١١% فقط من مساحة الأراضي الموجودة على سطح الأرض تصلح لزراعة المحاصيل. ويرى بعض خبراء الزراعة أنه يمكن للمزارعين مضاعفة الأراضي الزراعية عن طريق إزالة الغابات الاستوائية وري الأراضي للقاحلة خاصة

في أفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا. ويرى البعض الآخر أن جزءاً صغيراً من هذه الأراضي يمكن زراعته بسبب أن معظمها شديد الجفاف أو بسبب عدم وجود تربة خصبة بها. حتى لو أمكن إضافة أراض زراعية جديدة فإنها تحتاج إلى كميات كبيرة من المخصبات الزراعية والماء والطاقة. كما أن هذه الأراضي الزراعية التي يمكن إضافتها لن تستطيع موازنة وتعويض اللقد المتوقع لما يقرب من ثلث الأراضي الزراعية الموجودة الآن. هذا اللقد سوف يكون بسبب تآكل التربة، والرعي الجائر، والتشبع بالماء، وزيادة الملوحة، والتعدين والتوسع العمراني. بالإضافة إلى هذا، فإن التلوث يقلل من إنتاجية المحاصيل في الأراضي الزراعية الموجودة حالياً.

٢-٥-٣ المحاصيل غير التقليدية

ينصح بعض الخبراء بالدول النامية بزراعة النباتات غير التقليدية المختلفة لتدعم أو تحل محل المحاصيل التقليدية مثل القمح والذرة. هناك - مثلاً - نوع من الفول الغني بالبروتينات يستخدم على نطاق واسع في غينيا الجديدة وفي جنوب شرق آسيا. قرون هذا الفول ولورقه وبذوره التي تؤكل تحتوي على نسبة عالية من البروتين، كما أن جذوره التي تؤكل أيضاً تحتوي على كمية من البروتينات تعادل أكثر من أربعة أضعاف الكمية الموجودة في البطاطس. لقد اقترح علماء الزراعة للكثير من النباتات التي يمكن أن تؤكل، ولكن تبقى هناك مشكلة هي كيف يمكن إقناع المزارعين بزراعة هذه المحاصيل الجديدة وإقناع المستهلكين بتجربتها.

٢-٥-٩ الأسماك كمصدر من مصادر الغذاء في العالم

٢-٥-٩-١ المصايد السمكية في العالم

يحصل البشر على مستوى العالم على ٢٠% في المتوسط من البروتين الحيواني في غذائهم من الأسماك مباشرة. كما يحصلون على حوالي ٥% من بروتين الأسماك بطريقة غير مباشرة وذلك عن طريق إطعام الأسماك لبعض حيوانات المزرعة. وفي الدول الآسيوية الساحلية أو التي تشغل الجزر، تمد الأسماك والأطعمة البحرية السكان بحوالي ٣٠ - ٩٠% من البروتين الحيواني في غذائهم. ويتم صيد حوالي ٨٧% من المحصول السمكي السنوي من المحيطات، أما الباقي فيتم صيده من المياه العذبة. وفي المحيطات يتم صيد

٩٩% من الأسماك من المناطق الساحلية التي تمتد مسافة ٣٧٠ كيلومتراً من الشاطئ. وعلى الرغم من هذا فإن هذه المناطق يتم تدميرها وتلويثها بمعدلات عالية تتدر بالخطر.

وهناك حوالي ٢٠,٠٠٠ نوع معروف من الأسماك يتم صيد ٤٠ نوعاً منها بكميات كبيرة. وعلى الرغم من تزايد الكمية التي يتم اصطيادها من الأسماك كل عام، إلا أن نصيب الفرد منها على مستوى العالم قد انخفض في معظم السنوات منذ سنة ١٩٧٠م وذلك لأن سكان العالم يزدادون في العدد بمعدل أسرع من معدل ازدياد المحصول السمكي. وبسبب الصيد السمكي الجائر، والتلوث، والنمو السكاني والطلب المتزايد على الأسماك، فإنه من المتوقع أن يقل نصيب الفرد من الأسماك على مستوى العالم سنة ٢٠١٠م ليصل إلى ما كان عليه سنة ١٩٦٠م.

٢-٩-٥-٢ الصيد السمكي الجائر

يحدث الصيد الجائر عندما يتم اصطياد كم كبير من الأسماك بحيث لا يترك سوى عدد قليل للتزواج وإنتاج أسماك جديدة. ونادراً ما يتسبب الصيد الجائر في حدوث انقراض للأسماك، لأن الصيد يصبح عديم الفائدة من الناحية الاقتصادية بمجرد أن تنخفض أعداد الأسماك وقيل أن تصل إلى درجة الانقراض، بالتالي فإن الصيد الجائر يضر بالعماد الاقتصادي لعملية الصيد نفسها على المدى الطويل مما يؤدي إلى عزوف أساطيل الصيد عن صيد الأنواع التي انخفضت أعدادها على أمل أن تسترد هذه الأنواع أعدادها السابقة.

٢-٩-٥-٣ المزارع السمكية

هي أماكن مغلقة يتم فيها تربية الأسماك والأحياء البحرية إما أثناء فترة من دورة حياتها أو خلال دورة حياتها بالكامل. وتزود هذه المزارع السمكية العالم بحوالي ١٠% من الإنتاج السمكي التجاري. وفي الدول النامية يتم زراعة بعض الأسماك في برك صغيرة للمياه العذبة أو في أقفاص تحت الماء. وتشكل الأسماك التي يتم تربيتها بهذه الطريقة حوالي ٤٠% من الأسماك التي تؤكل في الصين و ٢٢% في إندونيسيا. أما في الدول المتقدمة فإن المزارع السمكية تستخدم غالباً لتربية الأنواع غالية الثمن من الأسماك والمحار وكذلك الأسماك التي تستخدم في هواية الصيد. وبالتالي فإن هذه المزارع لا تسهم بشكل جاد في زيادة كمية الغذاء التي يحتاجها الفقراء.

وللمزارع السمكية مزايا عديدة منها:

- ١ . لا تحتاج إلى استهلاك كمية كبيرة من الوقود وبالتالي فإن إنتاجها ومكاسبها لا ترتبط بأسعاره.
- ٢ . تحتاج لمالة كبيرة وبالتالي فهي توفر فرص للعمل لكثير من الأفراد في الدول النامية.
- ٣ . تنتج كميات كبيرة من الأسماك بالنسبة لوحدة المساحة.

ومن الناحية الأخرى فإن هناك مشاكل ترتبط بالمزارع السمكية منها:

- ١ . تعميق البرك الضخمة لزراعة الأسماك في بعض البلدان يتم على حساب أشجار القرم ذات الأهمية البيئية ويتسبب في تدميرها على نطاق واسع.
- ٢ . تتعرض الأسماك المزروعة للموت بسبب مبيدات الآفات التي تتسرب إليها من الأراضي الزراعية القريبة.
- ٣ . تتعرض الأسماك المزروعة للأمراض البكتيرية والفيروسية التي يمكن أن تحد من إنتاجية المزارع السمكية.
- ٤ . تحتاج لعناية كبيرة حتى لا تتسبب مخلفات هذه المزارع في تلويث مصبات الأنهار القريبة والمياه السطحية والجوفية.

هل يمكن زيادة المحصول السمكي السنوي؟

يعتقد البعض أنه يمكن زيادة كميات الأسماك التي يتم صيدها كل عام وذلك بصيد أنواع غير تقليدية من الكائنات البحرية مثل الأخطبوط والحبار. وقد يكون لهذا الأسلوب تأثيرات سنية على السلاسل الغذائية في المحيطات حيث تشكل بعض هذه الأنواع غذاء لبعض الكائنات البحرية الأخرى وذلك مثل بعض أنواع الربيان التي تأكلها الحيتان، وبالتالي يؤدي صيدها بكميات كبيرة إلى انخفاض أعداد الحيتان. ويمكن زيادة المحصول السمكي أيضاً عن طريق التوسع في اختزان الأسماك التي يتم صيدها في ثلاجات موجودة على مراكب الصيد وذلك لمنع فسادها. بالإضافة إلى هذا يتوقع الخبراء زيادة إنتاج المزارع السمكية العذبة والبحرية.

وهناك بعض العوامل التي تحد من الزيادة في المحصول السمكي مثل:

١. الصيد الجائر للأسماك
٢. التلوث المائي
٣. تدمير مصبات الأنهار.

وإذا لم يزد المحصول السمكي عن طريق المزارع السمكية فسوف تصبح أسعار الأسماك أكبر من قدرة كثير من الأفراد.

١٠-٥-٢ المشكلة الغذائية في دول مجلس التعاون الخليجي وجهود حلها

الواقع أن مشكلة الغذاء في دول مجلس التعاون الخليجي لا تكمن في نقص المواد الغذائية التي يحتاجها السكان أو في ضعف القدرات الشرائية حيث يتمتع غالبية السكان بقوة شرائية عالية، وإنما تكمن المشكلة أساساً في قلة إنتاج الغذاء محلياً وعجزه عن موكبة احتياجات السكان المتزايدة، ومن ثم تقع دول المجلس ضمن دائرة الدول النامية التي تعتمد على استيراد كميات كبيرة من المواد الغذائية لمد احتياجاتها الغذائية، وبالتالي تكمن المشكلة الغذائية أساساً في "افتقار دول المجلس إلى الأمن الغذائي". إن عجز الإنتاج المحلي عن مواجهة التزايد الاستهلاكي يرجع إلى عدة أسباب أهمها:

١. إن مكونات البيئة الطبيعية لدول المجلس من موارد مياه وتربة خصبة، وهما من أهم مقومات إنتاج الغذاء، موارد محدودة بسبب الظروف المناخية للجافة على المنطقة حيث تتراوح معدلات الأمطار بين ٥٠ - ١٥٠ مم سنوياً. وهي كمية محدودة لا تستطيع دول مجلس التعاون أن تعتمد عليها في إقامة زراعة مطرية ناجحة، كما لا تسهم في توفير مراعي غنية. كما تنفق إلى وجود مجاري مائية تتوسطها عن القلة المطرية، كما أن المياه الجوفية التي تعتمد عليها دول المجلس كمصدر أساسي للمياه في التنمية الزراعية تنصف بأنها مياه أحفورية Fossil Water، وهي مياه مائلة للملوحة ودرجة تجديدها محدودة، ومن ثم تقف مشكلة قلة موارد المياه أمام طموحات التنمية الزراعية الغذائية لدول المجلس. كما تنفق دول المجلس إلى التربة للخصبة حيث تسيطر عليها التربة الرملية، وهي تربة فقيرة في المواد العضوية، بها نسبة ملوحة عالية.

ويزيد من تدهور المقومات الطبيعية ما يتعرض له دول المجلس من مشكلة التصحر المتمثلة في تدهور المراعي وتملح الأراضي، وزحف الرمال على الأراضي الزراعية، وهي مشكلة تحد ولاشك من قدرة البيئة على إنتاج الغذاء.

٢. أن معدلات النمو السكاني عالية جداً ليس بسبب الزيادة الطبيعية فحسب، إنما بسبب الهجرة الواسدة المتزايدة التي يشارك في تنفيذ خطط التنمية الطموحة لدول المجلس، ومن ثم تتنوع وتزداد الحاجة إلى مزيد من المواد الغذائية. ونستطيع أن ننبين من الجدول التالي (جدول ٣) تطور النمو السكاني في دول المجلس منذ عام ١٩٥٠م وحتى ١٩٨٥، وتنبؤاته حتى عام ٢٠٢٥.

جدول ٣. تطور النمو السكاني في دول مجلس التعاون الخليجي وتوقعاته (١٩٥٠ - ٢٠٢٥)

القطر	حجم السكان (ألف نسمة)			معدل النمو السنوي (%)		
	١٩٥٠	١٩٨٥	٢٠٠٠	٢٠٢٥	١٩٨٥ حتى ٢٠٠٠	٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٥
الإمارات	٧٠	١٣٢٧	١٩٣٩	٢٦٩٩	١,١٠	٢,٥٦
البحرين*	٤٣٠	٦٥٠	١١٠٠	١١٠٠	-	-
السعودية	٣٢٠١	١١٥٤٢	١٩٨٢٤	٣٦٢٢٢	٣,٦٦	٢,٤٧
عمان	٤١٣	١٢٤٢	١٩٧٢	٣٤٩٥	٣,١٠	٣,٧٢
قطر	٢٥	٣١٥	٥٦٩	٩٤٣	٨,٠٤	٤,٠٢
الكويت	١٥٢	١٨١١	٣٠٠٧	٤٥٠٤	٧,١٣	٣,٤٤
المجموع	٣٨٦١	١٦٦٦٧	٢٧٩٦٢	٤٨١٦٣	-	-

- المصدر: United Nations: World Demographic Estimates and Projection 1950-2025.

من هذه الإحصائيات ننبين أن تقديرات الأمم المتحدة لعدد السكان في دول المجلس سيصل إلى ٤٩ مليون نسمة عام ٢٠٢٥ بمعدل نمو يتراوح بين ١,٣% إلى ٣,٧٢% وهو معدل أقل مما كان قائماً خلال الفترة من ١٩٥٠ - ١٩٨٥ التي تعتبر فترة الطفرة السكانية مما يشير إلى هبوط معدلات النمو نتيجة لسياسة دول المجلس التي تدعو إلى تعديل التركيبة السكانية من خلال تطوير وتنمية العمالة الوطنية لتأخذ دورها في تحريك مشروعات خطط التنمية بدلاً من العمالة الوافدة.

٣. ارتفاع مستوى المعيشة، إذ تنتم دول المجلس بصفة عامة بارتفاع متوسط دخل الفرد حيث تحتل في هذا المجال مراكز متقدمة بين دول العالم. ومن ثم تتمتع بوجود قوة شرائية عالية يزداد معها الطلب على المواد الغذائية، والإسراف في استخدامه. وينعكس هذا الوضع على معدلات نمو الطلب السنوي على الغذاء الذي يزيد عن معدلات النمو السكاني. ففي أواخر السبعينات وأوائل الثمانينات بلغ معدل نمو الطلب السنوي على الغذاء في سلطنة عمان حوالي ١٨% ، دولة الإمارات ٩,٦% ، والسعودية ٥,٦% ، والكويت ٤,٥%، وهي معدلات تفوق كثيراً معدلات النمو السكاني السنوية. وقد انعكس ارتفاع القوة الشرائية في ارتفاع مستويات التغذية لدول المجلس مما يشير إلى أن دول المجلس لا تعاني من مشكلة سوء التغذية.

وقد أشارت دراسات لمعهد للكويت للأبحاث العلمية أن حصة الفرد من الأسعار الحرارية في الكويت تبلغ ٣١٠٠ سعراً حرارياً. إن قلة الاستثمارات الزراعية، وإهمال النشاط الزراعي خاصة خلال الطفرة النفطية التي شهدتها دول المجلس في الستينات والسبعينات قد أثر كثيراً على مسيرة التنمية الزراعية وتضاؤل إنتاج الغذاء وعجزه عن مولكة الطلب المتزايد عليه. ومما يجدر ملاحظته أنه منذ أواخر السبعينات وأوائل الثمانينات بدلت دول المجلس تولى التنمية الزراعية المزيد من الاهتمام من حيث تقديم القروض الزراعية والمساعدات الإنتاجية لتشجيع الاستثمارات الخاصة على المشاركة في التنمية الغذائية.

١١-٥-٢ الوضع الغذائي في دول المجلس

(دراسة حالة في كل من المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة)

- تحقق المملكة العربية السعودية لكثافة ذاتياً من القمح والتمور والبطيخ حيث يوجد لديها فائض منها يصدر إلى الدول المجاورة والصديقة.
- أما بالنسبة للمواد الغذائية الحيوانية فقد بلغ إنتاجها من البيض نحو ١٣٨ ألف طن (١٩٨٦) ارتفع إلى ١٥٥ ألف طن (١٩٩٠) محطلة بذلك المرتبة الأولى بين الدول العربية (بلغ إنتاج مصر مثلاً ١٤٥ ألف طن، والعراق ٩٠ ألف طن). وهي كمية تفوق الاحتياجات المحلية.

- كما بلغ إنتاج لحوم الدواجن والأسماك عام ١٩٨٦ حوالي ٢٤٦ ألف طن، ارتفع عام ١٩٨٧ إلى ٢٦٩ ألف طن، وهي كمية تغطي نحو ٥٨% من الحاجة المحلية، وبلغ إنتاج اللحوم الحمراء ١٢٢ ألف طن تمثل نحو ٥٠% من الحاجة المحلية، بينما بلغ إنتاج الألبان (١٩٨٦) حوالي ٥٧ ألف طن تمثل نحو ٤٢% من الحاجات المحلية. وتستطيع المملكة، إذا ما نجحت في توفير موارد المياه اللازمة لاستمرار معدل للتنمية الغذائية الحالي قائماً، أن تصبح صمام الأمن الغذائي لدول المجلس في المستقبل. وما هو جدير بالذكر أن الصادرات الزراعية للمملكة أصبحت تشكل ٣٠% من قيمة الصادرات غير النفطية، وساعدت على تخفيض استيراد المواد الغذائية بمقدار ٢ مليار دولار.

- أما دولة الإمارات العربية المتحدة فقد بدأ اهتمامها بالتنمية الزراعية الغذائية لتحقيق الأمن الغذائي، وهو هدف استراتيجي من أهداف دول المجلس إلى جانب التنمية القطرية الذاتية. وقد حقق إنتاج الغذاء زيادة كبيرة خلال الفترة من ١٩٧٩ - ١٩٨٥ بلغت سنة أمثال ما كان قائماً عام ١٩٧٨ مما يشير إلى اهتمام الدولة وتشجيعها للاستثمار الزراعي. ولكن لا يزال إنتاج الغذاء دون الحاجة المحلية بكثير خاصة الحبوب الغذائية التي لم تتوسع فيها دولة الإمارات رغم قيامها بتجارب زراعة القمح منذ أواخر السبعينات في منطقة العوة والعين.

- وما يشير إلى ضعف الاستثمار النسبي في مجال الزراعة بالدولة وتزايد مشكلة ندرة المياه أن المساحة التي تشغلها المزارع وتبلغ حوالي ٢٣٠ ألف هكتار (٢,٣ مليون دونم)، لا يزرع منها إلا مساحة محدودة تبلغ حوالي ٣٠ ألف هكتار فقط (٣٠٠ ألف دونم).

- ويغطي إنتاج الخضراوات من الطماطم والزهرة والملفوف والباذنجان وغيرها حاجة البلاد في فصل الشتاء، وتتورد كميات منها في فصل الصيف حيث يتناقص الإنتاج المحلي. وفي مواجهة التآلف من الخضراوات وتحقيق مرونة في عرضها على مدار السنة فقد افتتح مصنع لتعليب الخضراوات في ١٩٨٦ بطاقة تبلغ ١٢٠ طن/يوم من الخضراوات.

- وقد حقق إنتاج التمر زيادة واضحة حيث بلغ الإنتاج (١٩٨٧) ٥٠ ألف طن، والمواضع ٥,٦ ألف طن والمناجوز ٣,٧ ألف طن. وقد زاد إنتاج الأسماك واللحوم الحمراء بنسبة ٣٥% في الفترة من ١٩٧٩ - ١٩٨٥ ليصل الإنتاج ٤٦ ألف طن تمثل ٧٠% من الاستهلاك المحلي. كما تنتج الدولة حوالي ٤٥

مليون بيضة تغطي ٧٥% من الاستهلاك المحلي، وتنتج حوالي ١٠ آلاف طن من الألبان تغطي حوالي ٣٣% من الاستهلاك المحلي.

ومن هذا نرى أن دول مجلس التعاون الخليجي شهدت تطوراً كبيراً في النشاط الزراعي لصالحه زيادة واضحة في إنتاج المواد الغذائية لزراعية والحيوانية. وقد رأينا أن المملكة العربية السعودية قد شهدت طفرة هائلة حققت معها الاكتفاء الذاتي بنسبة ١٠٠ %في كثير من المواد الغذائية المطلوبة خصوصاً للقمح، وهو من الحبوب الغذائية الاستراتيجية، إضافة إلى البيض والتمر والبطيخ. وإذا نظرنا إلى متطلبات الأمن الغذائي من الحبوب باستثناء الأرز عام ٢٠١٠ لدول المجلس يتبين أن السعودية وحدها تستطيع تحقيق ككل احتياجات دول المجلس من الحبوب لو استمر إنتاجها الحالي قفلاً. وإذا ما استمرت جهود التنمية الزراعية الحالية مستمرة، فإن دول المجلس قادرة في ظل التكامل الغذائي على تحقيق لكفاءة ذاتياً بنسبة ١٠٠% في معظم المواد الغذائية بما يوفر لها الأمن الغذائي الوطني، وهو أحد استراتيجيات دول المجلس. وإذا كانت مشكلة موارد المياه تمثل عبءة تحد من التنمية لزراعية الغذائية في معظم دول المجلس، فإن ضروريات الأمن الغذائي تقتضي تعاون دول المجلس في تطوير تقنية تحلية مياه الخليج بوسائل اقتصادية سواء بتطوير طريقة التناضح العكسي أو تطوير استخدام الطاقة الشمسية، وهي متوفرة جداً في بيئة دول المجلس بما يتيح لدول المجلس مصائد مياه عذبة لمواجهة احتياجات إنتاج الغذاء مستقبلاً، وتخفيف الضغط على مصادر المياه الجوفية، وهي في معظمها مياه أحفورية غير متجددة أو بطيئة التجدد.

ومن هذا المنطلق يجب معالجة قضية تطوير موارد المياه وتنميتها من الآن حتى لا نواجه في المستقبل القريب بمشكلة نقص موارد المياه وقت مماس الحاجة لزيادة هذه الموارد المائية لمواجهة الاحتياجات المتزايدة من الغذاء التي يفرضها التزايد السكاني. إذ تشير تقديرات الأمم المتحدة أن مجموع سكان دول الخليج سيصل إلى ٤٩ مليون نسمة عام ٢٠٢٥م. وإذا أخذنا متوسط معدل النمو السكاني لدول المجلس عام ٢٠٢٥ الذي يبلغ ٢,١% سنوياً، فإن عدد سكان دول المجلس سينضاعف خلال ٣٥ سنة أي سيصل إلى نحو ١٠٠ مليون نسمة عام ٢٠٦٠. فهل تخطط دول المجلس لتأمين الغذاء لهذا العدد الكبير المتوقع خلال ٥٠ عام فقط؟ قضية يجب أن توليها دول المجلس اهتماماً كبيراً.

الفصل الثالث

مستقبل الطاقة

٢-١ مفهوم الطاقة

يحظى موضوع الطاقة في الوقت الحاضر باهتمام متزايد، ليس من العلماء فقط، بل من المهندسين والاقتصاديين والسياسيين، ورجال الأعمال أيضاً، فكلمة طاقة من الكلمات الشائعة والمألوفة، فمثلاً نسمع كثيراً في وسائل الإعلام المختلفة عن أزمة الطاقة في العالم وضرورة المحافظة على الطاقة وعدم هدرها ونسمع عن البحث عن مصادر بديلة للطاقة ونسمع كذلك عن العمل على التحول في اعتمادنا علي مصادر غير متجددة من الطاقة إلي الاعتماد علي مصادر متجددة من أنواع الطاقة. فما هي الطاقة؟

تتمثل الطاقة في أي مصدر من مصادر الحركة "الشغل" المؤدية إلى تحريك وتشغيل الآلات. ومن هنا يمكن تعريف الطاقة على أنها "المقدرة على بذل شغل ما". وتعتبر الطاقة في الوقت الحاضر من العناصر الاستراتيجية الفاعلة في زمني الحرب والملم خاصة ولأننا أصبحنا في عصر باتت فيه الآلة رمز لكل تقدم وتطور. ومن هذا المنطلق تعتبر مصادر الطاقة من الموارد المهمة التي لا تستطيع البشرية أن تستغني عنها في مسيرة حياتها. ومن ثم يعتبر نقص مصادر الطاقة في أي نظام بيئي أو دولة من الدول من المشكلات البيئية المعاصرة التي يجب أن نتصدى لها بكل قوة لنحقق ما يمكن أن نسميه "أمن الطاقة" في الوقت الحالي والمستقبل. ومما يشير إلى أهمية توفير مصادر الطاقة وتأمينها أن معدل استهلاك الطاقة السنوي على مستوى العالم يبلغ في المتوسط حوالي ٢,٥%. وتدل هذه النسبة على أن حجم استهلاك الطاقة يتضاعف مرة كل ٢٧ عام تقريباً، وهو معدل تزايد كبير يضع العالم أمام مشكلة بيئية ملحة. وتشير التقديرات المستقبلية أن معدل استهلاك العالم من الطاقة مع بداية هذا القرن سوف يبلغ ما يعادل ٢,٨ مليون برميل نפט مكافئ/يوم، سيخص بالنפט وهذه منها ٧٠,٦ مليون برميل نפט مكافئ/يوم، أي بنسبة ٣٤% تقريباً.

وسوف نتناول في هذا الفصل مصادر واستهلاك الطاقة في النظام البيئي وكذلك أنواع الطاقة المستخدمة حالياً والمصادر البديلة للطاقة في المستقبل وعلاقة الإنسان بالطاقة ثم مستقبل الطاقة.

٢-٣ مصادر الطاقة في النظام البيئي

تتواجد الكائنات الحية في حيز ضيق جدا من الأرض ويشتمل هذا الحيز على سطح الأرض والتربة، مياه البحيرات والمحيطات والأنهار والغلاف الجوي المحيط بالأرض. في هذا الحيز تتفاعل الكائنات الحية مع بعضها البعض حيث يرتبط كل منها بالآخر بصورة مباشرة أو غير مباشرة من جهة، وبالمواد غير الحية والعوامل البيئية (ومنها الطاقة الأتية من الشمس والمواد الكيميائية المختلفة الموجودة في الهواء والماء والتربة) من جهة أخرى بحيث تكون جميعها مجتمعة النظام البيئي في شكله المتوازن المستقر. ومن أهم العوامل التي تتحكم في استمرار عمل الأنظمة البيئية واستقرارها طاقة الشمس التي تعتبر أكبر مصادر الطاقة وفرة على سطح الأرض.

١-٢-٣ طاقة الشمس وانتقال الطاقة في الأنظمة البيئية

يتكون معظم الإشعاع الشمسي الذي يصل الأرض من أشعة الضوء المرئي، الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية (وهي أشعة ضارة - تمتص بواسطة جزيئات غاز الأوزون في طبقات الجو العليا وجزيئات بخار الماء في طبقات الجو السفلى). بدون هذا الاحتجاز للأشعة الضارة كانت ستعتمد معظم أشكال الحياة على الأرض. ينعكس حوالي ٣٤% من أشعة الشمس التي تصل الأرض إلى الفضاء ثانية بواسطة السحب. أما النسبة الباقية (٦٦%) فيستخدم معظمها في تكفئة الهواء والأرض، وتبخير الماء وإتمام دورته، كما تنتقل إلى الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض أو على مقربة منه. وتعتبر طاقة الشمس هي المحرك لدوران العناصر الغذائية والمواد الكيميائية بين مخازنها في الطبيعة وأجسام الكائنات الحية.

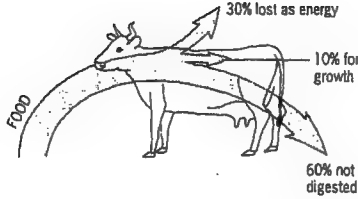
تستخدم النباتات للخضراء والطحالب جزء من طاقة الشمس في صنع المركبات العضوية بواسطة عملية البناء الضوئي. وبذلك يتحول هذا الجزء من الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية تكون مخزنة في المركبات العضوية التي كونها النباتات، و عند تحريرها تكون قادرة علي بذل شغل ما بواسطة الكائنات الحية. وتستخدم هذه المركبات العضوية كغذاء للنباتات والطحالب نفسها وللحيوانات التي تعتمد عليها كمصدر غذائي، كما تستخدم بطريقة غير مباشرة بواسطة الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على غيرها من الحيوانات. ويشار إلى حركة المواد العضوية الغذائية من النباتات والطحالب إلى الحيوانات المختلفة باسم انتقال الطاقة في الأنظمة البيئية.

يمكن وضع جميع الكائنات الحية في النظام البيئي في مجموعات تبعاً لطبيعتها الغذائية، النباتات (المنتجات) - الحيوانات (المستهلكات) - المحلات (المفترسات). كل مجموعة من هذه المجموعات تكون حلقة من حلقات السلسلة الغذائية تسمى بالمستوى الغذائي. ويمكن وضع الحيوانات بدورها في حلقات أو مستويات غذائية مختلفة تبعاً لأسلوبها أو طبيعة اعتمادها على النباتات كغذاء، (إن كان اعتماداً مباشراً كما في الحيوانات العشبية أو اعتماداً غير مباشر كما في الحيوانات التي تأكل اللحوم).

بناءً على هذا يمكن تعريف المستوى الغذائي بأنه حلقة من حلقات السلسلة الغذائية تضم النباتات و الحيوانات التي تحصل على غذائها من النباتات بنفس العدد من الخطوات. وتبعاً لنظام تلك المستويات الغذائية هذا تحتل النباتات أو المنتجات الحلقة الأولى في السلسلة الغذائية أو المستوى الغذائي الأول. أما الحيوانات العشبية التي تتغذى على النباتات فتحل الحلقة الثانية أو المستوى الغذائي الثاني وتسمى بالمستهلكات الأولية. وتحتل الحيوانات التي تتغذى على أكلات الأعشاب الحلقة الثالثة أو المستوى الغذائي الثالث وتسمى بالمستهلكات الثانوية، وهكذا.

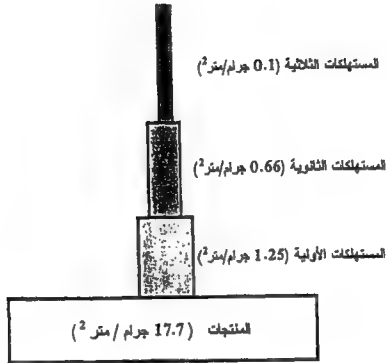
٣-٢-٣ أهرامات الطاقة

يستهلك الكائن الحي جزءاً من كتلته الحية للحصول على الطاقة اللازمة لحياته وذلك عن طريق أكسدة هذا الجزء وتحرير ما به من طاقة، كما ينطلق جزء منها إلى البيئة المحيطة على هيئة حرارة. وبالتالي فإن كمية الطاقة أو المادة الغذائية التي تنتقل من المنتجات إلى المستهلكات الأولية تكون أقل من كمية الغذاء التي كونتها هذه المنتجات بمقدار الجزء الذي استنفذته في الحصول على الطاقة اللازمة لها لكي تعيش ويتم. وبالمثل فإن كمية الغذاء التي تحصل عليها المستهلكات الأولية من المنتجات. فعلى سبيل المثال إذا تغذت بقرة على كمية من البرسيم لا تتحول كلها إلى كتلة حية في جسم البقرة ولكن ٦٠% تخرج كمواد غير مهضومة مع البراز، ٣٠% منها تؤكسد وتفقّد على هيئة طاقة حرارية ويتحول ما تبقى أي ١٠% منها إلى كتلة حية (الشكل ٤).



شكل (٤) يوضح النسب الملوي لانتقال الطاقة من المنتجات إلى المستهلكات الأولية

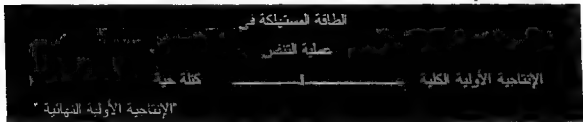
بالمثل فإن كمية الغذاء أو المادة الحية التي تنتقل من المستهلكات الأولية إلى المستهلكات الثانوية تكون أقل مما حصلت عليه المستهلكات الأولية من غذاء بمقدار ما أنفقته في الحصول على الطاقة اللازمة لها لكي تستمر في الحياة. يتضح من هذا أن هناك جزءاً من المادة الحية يفقد عند كل مستوى غذائي لأنه يستخدم في إنتاج الطاقة اللازمة لأفراد هذا المستوى. وتتراوح النسبة المئوية للمادة الحية أو الطاقة التي تنتقل من مستوى غذائي إلى المستوى الذي يليه ما بين ٥% - ٢٠% وهذا يعني أن هناك فقداً يبلـغ ٨٠% - ٩٥% وتعتمد نسبة هذا الفقد على نوع الكائنات الحية وعلى النظام البيئي الذي يحدث فيه هذا الانتقال للطاقة. ويمكن تمثيل كمية الطاقة الموجودة في المستويات الغذائية المتتالية بشكل هرمي يطلق عليه هرم انسياب الطاقة، شكل (٥). ويفسر لنا هذا الهرم لماذا لا يستطيع الأفراد في البلدان ذات التعداد السكاني الكبير والموارد الغذائية المحدودة الحصول على نسبة كافية من اللحوم في غذائهم بل يكون اعتمادهم بدرجة كبيرة على الحبوب.



الشكل (٥) يبين هرم الكتلة الحية (الطاقة الكامنة) للكائنات الحية في نظام بيئي مائي

إنتاجية النظام البيئي

تسمى كمية المادة العضوية التي تكونها المنتجات في النظام البيئي بواسطة عمليات البناء الضوئي ونفس خلال فترة زمنية محددة بالإنتاجية الأولية الكلية للنظام البيئي. ومن المعروف أن المادة العضوية المتكونة ما هي إلا صورة من صور الطاقة. ويستهلك المنتجات جزء من هذه المادة العضوية في عملية التنفس، أما ما تبقى منها فهي تختزن على صورة كتلة حية.



وعلى هذا فإن الكمية الفعلية للطاقة التي تخزنها المنتجات على صورة مادة حية تعتمد على الفرق بين ما تكونه المنتجات فعلا من مادة عضوية وما تمثلكه من هذه المادة في عملية التفسر، وتسمى هذه الكمية الفعلية بالإنتاجية الأولية النهائية.

يستهلك الإنسان ويكلف حوالي ٤٠% من الإنتاجية الأولية النهائية على اليابسة أما النسبة الباقية فتمتثلها الكائنات الحية الأخرى وهي كائنات مهمة لحياتنا أيضا. ما الذي سوف يحدث لو تضاعف عدد سكان الأرض خلال الأربعين عاما القادمة وتم استهلاك ٨٠% من إنتاج اليابسة وبالتالي تم القضاء على الكثير من الأنواع الحية نتيجة لذلك؟

٢-٤ أنواع الطاقة في الماضي والحاضر

تتعدد مصادر الطاقة التي يستخدمها الإنسان، وتتوزع خصائصها وتباين مصادرها، وبالتالي توزيعها الجغرافي، فمنها طاقة الإنسان والحيوان التي كان لها السبق بين مصادر الطاقة التي استغلها الإنسان، حيث استخدمت منذ قبل التاريخ في الحمل والجر وإدارة المركبات البسيطة، في كل مكان وجد فيه الإنسان. ومنها قوة اندفاع المياه الجارية التي استخدمت في إدارة الآلات والطواحين، وقد اقتصر استغلال هذه الطاقة أول الأمر على المناطق المجاورة للمجاري المائية التي تتوافر فيها بعض لشلالات الطبيعية بشرط عدم تجمد مياهها، وكذلك الرياح التي استخدمت في إدارة الطواحين، أما الأخشاب فكانت تمثل أهم مصادر الطاقة المستخدمة في العالم قبل الثورة الصناعية. أما الطاقة المعدنية ويقصد بها مصادر الطاقة ذات الأصل المعدني أي المستخرجة من باطن الأرض، والتي يأتي في مقدمتها الفحم، من حيث تاريخ الاستغلال على نطاق واسع، والذي بدأ بعد اكتشاف قوة البخار عام ١٧٦٩م، وقد ركز استخدامه حول مناجمه أو بالقرب منها بصورة خاصة.

وتأتي أهمية زيت البترول ودوره الخطير في الحياة البشرية خلال القرن التاسع عشر، بعد اختراع آلة الاحتراق الداخلي، ثم الغاز الطبيعي، ويتم التوزيع الجغرافي لاستخدام زيت البترول، والغاز الطبيعي، من حيث كونها مصادر للطاقة بالانتاع، والانتشار الواسع، حيث لا يرتبط استغلالها بمناطق حقول الإنتاج كالفحم، وذلك لسهولة عملية نقلها وتعدد وسائلها وانخفاض تكاليفها.

ومن مصادر الطاقة التي يستخدمها الإنسان الطاقة الكهرومائية، التي تعتمد على توليد الكهرباء، إلى جانب الطاقة للكهرباء والتي يعتمد توليدها على مصادر وقود متعددة منها الفحم والبترول والغاز الطبيعي.

لما الطاقة النووية فقد بدأت بعض الدول المتقدمة كأمريكا، روسيا، واليابان، ودول غرب أوروبا، استغلالها في الأغراض السلمية مثل توليد الكهرباء. كما أن هناك مصادر طاقة جديدة مثل الطاقة الشمسية، والطاقة الناتجة عن المد والجزر. تتنوع مصادر الطاقة لتشمل أنواع كثيرة مختلفة في خصائصها وتأثيراتها البيئية. والطاقة التي يستخدمها الإنسان قد يحصل عليها من مصادر متجددة كالخشب، وحركة الرياح وحركة المياه، وتمثل هذه المصادر نسبة قليلة من الطاقة المستخدمة، إذ أن معظم الطاقة يحصل الإنسان عليها في هذا الوقت من مصادر غير متجددة مثل الفحم والبتروول والغاز الطبيعي، وهذه المصادر تعد وقوداً أحفورياً Fossil Fuels وعلى الرغم من أن مصادر الطاقة هي مصادر غير متجددة فإن الاستهلاك في تصاعد مستمر. وعلى ذلك يمكن تقسيم الطاقة إلى مجموعتين أساسيتين متميزتين هما:

- الطاقة غير المتجددة Non-renewable Energy

تتمثل الطاقة غير المتجددة في مصادر الطاقة ذات المخزون المحدد غير القابل للتجدد أو التعويض في فترة زمنية معقولة. ومن ثم فهي مصادر معرضة للنضوب أو النفاد السريع إذا ما خضعت لمعدلات استخدام عالية مما يجعلها طاقة لا نستطيع أن نعتمد عليها بصورة دائمة على المدى الطويل. كما أنها طاقة ملوثة للبيئة (غير نظيفة) مما يجعل الاستثمار في استخدامها والتوسع فيها غير مرغوب بيئياً بعد أن أصبحت مشكلة التلوث معضلة هذا العصر ومصدر هموم البشرية. ويمثل الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي (الطاقة المخزونة الأحفورية) والمعادن المشعة أهم مصادر هذه المجموعة.

- الطاقة المخزونة الأحفورية Fossil Fuels

تنتج هذه الطاقة المخزونة الناتجة عن البقايا النباتية أو الحيوانية في الصخور الرسوبية، ومعلوم أن النبات الحي يجسب الطاقة الشمسية بعمليات التمثيل الضوئي، ويخزنها في تركيبه الخاص الكيميائي، ومعظم هذه الطاقة تنطلق مرة أخرى بعد موت النبات وتحلله، وخاصة إذا دفنت في الطبقات الصخرية، ومن هنا تأتي التسمية بالطاقة الأحفورية. وبما أن سرعة تجمع المواد العضوية في غاية البطء، فهي إذاً تعتبر من المواد غير المتجددة، وأهم أنواع الوقود الأحفوري الفحم والنفط والغاز الطبيعي، حيث الطاقة الناتجة من استخدام هذه المصادر تمثل ٩٣% من الطاقة المستعملة الآن.

دراسة تحليلية لوضع مصادر الطاقة غير المتجددة

من خلال استعراض الإحصاءات الخاصة باستخدام الطاقة في الوقت الحالي، يتبين لنا أن مصادر الطاقة غير المتجددة تسهم بالجزء الأكبر من الطاقة المستهلكة حيث يقدر نصيبها بنحو ٩٣ ٪. ونستطيع أن نتبين من الجدول التالي حصة كل مصدر من مصادر الطاقة غير المتجددة والمتجددة في حجم الطاقة المستهلكة في العالم.

وإذا ربطنا بين حجم الاستهلاك وجولة الاحتياطي للمصادر غير المتجددة في الوقت الحاضر، نجد أن العمر الافتراضي لمعظم هذه المصادر قصير إلى حد كبير حيث يتراوح بين ٥٠ — ١٠٠ سنة فقط باستثناء الفحم الذي يطول عمره الافتراضي أكثر من ألف سنة. وسوف ندرس كل مصدر من هذه المصادر لتتعرف على إنتاج واستهلاك وحجم الاحتياطي وتحديد عمره الافتراضي في المساهمة في توفير الطاقة كما هو مبين في جدول (٤).

جدول ٤. النسبة المئوية لحصة كل مصدر من مصادر الطاقة في العالم* (١٩٧٩ — ٢٠٠٠م)

	١٩٧٩	١٩٩١	٢٠٠٠ (تقدير)
أولاً: المصادر غير المتجددة:			
النفط الطبيعي	٥٣,٨	٤٠,٢	٤٠
النفط الاصطناعي	٠,٢	٠,٤	١
الغاز الطبيعي	١٨	٢٢,٧	٢١
الفحم الحجري	١٧	٢٢,١	٢٢
المعادن المشعة	٣	٦,٦	٩
ثانياً: المصادر المتجددة:			
المساقط المائية والحرارة الأرضية	٨	٨	٧
الطاقة الشمسية	—	٠,٠٥	٠,١

المصدر: Energy Magazine Summer 1985 & Spring 1992

(*) باستثناء العالم الشيوعي

الفحم

يعتبر الفحم من أقدم مصادر الطاقة غير المتجددة استخداماً، وأكثرها احتياطياً. إذ يرجع تاريخ استخدامه على نطاق واسع إلى بداية الثورة الصناعية التي اعتمدت على الفحم الحجري كمصدر رئيس للطاقة و الحرارة، ولكنه الآن فقد الكثير من أهميته بعدما حل محله البترول والغاز الطبيعي، ثم الطاقة الذرية أخيراً. وعلى الرغم من ذلك مازالت له بعض الاستعمالات المحدودة خاصة في التكتف، ويستعمل كوقود، في صناعة الحديد والصلب والألومنيوم وبعض الكيميكاليات.

رتب الفحم وأنواعه

للفحم رتب وأنواع تختلف في تركيبها وتفاوت في نسب الكربون والمواد الطيارة والماء والرماد مثال ذلك:

١. البيت Peat أو الفحم الخشبي وتبلغ نسبة الكربون فيه ٦٠% وهو أدنى رتبة من الفحم، ويمثل البقايا النباتية المحللة جزئياً، ويستعمل أحياناً وقوداً.
٢. اللجنائيت Lignite ويسمى أحياناً الفحم البني، وبه ٧٤% من الكربون تقريباً وهو عادة شريطي وسهل التفتت بعد أن يجفف ويفقد الماء.
٣. فحم البيتومين أو الفحم القاري Bituminous Coal، ويحتوي على ٨٠% إلى ٩٠% كربون، كثيف أسود اللون شريطي، بريقه شمعي وينكسر بسهولة إلى قطع منشورية، ونسبة الماء فيه قليلة والمواد المتطايرة متوسطة، ومع احتراقه يعطي لهباً أصفر وحرارة عالية وهو المفضل عادةً في الصناعة.
٤. الأنثراسيت Anthracite، وهو أجود أنواع الفحم ويحتوي على ٩٥% من الكربون، أسود صلب، بريقه زجاجي إلى لؤلؤي ويحترق ليعطي حرارة عالية، وهو يفضل في الاستعمالات المنزلية للتدفئة. ويتركب الفحم من كربون، وديتروجين، وهيدروجين، ومواد أخرى ثابتة بنسب مختلفة منها الكبريت وهي مواد غير مرغوب فيها، وعموماً تزداد نسبة الكربون فيه من فحم البيت إلى الأنثراسيت وبالتالي ترتفع نسبة احتراق الفحم وجودته.

تكوين الفحم

يتكون الفحم نتيجة تحلل النباتات تحللاً جزئياً بعيداً عن تيار الأكسجين للجوي، حيث تبدأ النباتات وأوراق الشجر في التحلل ببطء بفعل البكتريا، حيث تفقد الأكسجين، والهيدروجين، والنيتروجين وجزء من الكربون يخرج كثاني أكسيد الكربون مع الماء، والنواتج الأخرى الطيارة، ولكن قرب القاع يقل نشاط البكتيريا تدريجياً ويقف تماماً، عندما يصبح الماء خائفاً وساماً مميتاً لها، بذلك تقف عملية تحلل الأنسجة وتتراكم مخلفاتها لتعطي فحم البيت أو الخشب الصخري، مع دفن هذه المخلفات تحت المواد الطينية المترسبة، ومع تتابع ترسيب الطين فوقها، يبدأ فعل الضغط عليها، فتفقد المزيد من الأكسجين، وترتفع نسبة الكربون، ويتحول الفحم الخشبي إلى فحم بني أو ليجنايت، ثم إلى بيتومين. وقد يتعرض الفحم الناتج بعد ذلك لعمليات تحول Metamorphism، تؤدي إلى تكون الأنثراسيت، وهي لنقى أنواع الفحم تحت تأثير الضغط والحرارة العالية، كما هو موضح في جدول (٥).

استخدامات الفحم

لقد قل استخدام الفحم حالياً، فبعد أن كان يستعمل للقاطرات البخارية أصبح الآن لا يستعمل على الإطلاق، فتحوّلت المصانع من قوة البخار إلى القوة الكهربائية. وأصبحت التدفئة والاستخدامات المنزلية تعتمد على الغاز الطبيعي بدلاً من الفحم.

ويحتل الفحم بذلك المرتبة الثالثة بعد النفط كمصدر للطاقة. ويشارك الفحم في توليد نسبة كبيرة من الطاقة الكهربائية الحرارية المستخدمة في العالم حيث يخصصه حوالي ٥٨% من جملة الكهرباء المنتج في العالم محتلاً بذلك المركز الأول، يليه الطاقة النووية ١٧% ثم النفط والغاز الطبيعي ١٥,٥%.

احتياطي الفحم أكثر تركزاً من النفط والغاز الطبيعي، إذ تملك ثماني دول ما يقرب من ٩٠% من احتياطيات الفحم. وإن دولتين فقط هما روسيا والولايات المتحدة تملكان نصف هذا الاحتياطي كما هو في جدول (٦). و العمر الافتراضي للفحم الحجري طويل يبلغ نحو ١٧٩٠ عاماً. ولكن المشكلة تكمن في أن نسبة كبيرة من هذا الاحتياطي يصعب استغلاله لاعتبارات كثيرة منها:

- يوجد في مناطق وعرة جداً يصعب فيها الحركة والانتقال.
- بعضه يقع على أعماق كبيرة تحول دون سهولة استخدامه، وترتفع تكلفة إنتاجه إلى الحد الذي يجعل تعدينه غير اقتصادي.

- إضافة إلى دوره الكبير في تثبيت البيئة إذ ينتج عند احتراقه كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت وثنائي أكسيد الكربون وغيرها من الغازات الملوثة للبيئة.
و إذا أخذنا الاحتياطي الذي يقع في مناطق مناسبة للتعدين وعلى أعماق مقبولة فإن العمر الافتراضي يتناقص إلى نحو ٤٠٠ سنة فقط.

جدول ٥. مراحل تكوين الفحم

فوق درجات الحرارة	الفحم (C)
من ٥٠ - ٥٠٠ م°	تحول من بيت بني إلى أيجالايت
من ٥٠ - ١٠٠ م°	تحت البيتوميلى إلى الفحم البيتوميني
من ١٠٠ - ٢٠٠ م°	الفحم البيتوميني إلى شبه الأنتراسيت
من ٢٠٠ - ٣٠٠ م°	أنتراسيت
من ٣٠٠ - ٤٠٠ م°	لوق الأنتراسيت
من ٤٠٠ - ٥٠٠ م°	جرافيت ضغط خفيف
من ٥٠٠ - ٦٠٠ م°	جرافيت
من ٦٠٠ م° فأكثر	الأماس

جدول ٦. النسبة المئوية لاحتياط الفحم المؤكد والإضافي

النسبة المئوية لاحتياط الفحم المؤكد والإضافي	البلد
٢٥,١ %	الولايات المتحدة
٤٤,٢ %	الاتحاد السوفيتي
١٢ %	الصين الشعبية
١,٤ %	إنجلترا
١,٦ %	أستراليا
١,٨ %	ألمانيا الغربية
١ %	بولندا
٠,٣ %	جنوب أفريقيا
١ %	الهند
٨٨,٤ %	جميع الدول أعلاه
١١,٦ %	بقية العالم
١٠٠ %	العالم

المصدر: د. زين الدين عبد المصنود (١٩٩٧): البيئة و الإنسان دراسة في مشكلات الإنسان مع البيئة. الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية.

النفط

يعتبر النفط من أكثر مصادر الطاقة استخداماً في الوقت الحاضر، وقد اكتشف النفط قبل حوالي مائة عام، وشاع استعماله في البداية في الولايات المتحدة الأمريكية، منها انتقلت تكنولوجيا البحث عنه، وإنتاجه واستعماله إلى مناطق أخرى. وقد اتسع استعمال النفط في العالم بعد الحرب العالمية الثانية بشكل كبير، وتصاعدت معدلات إنتاجه واستهلاكه، بحيث أصبح في مقدمة مصادر الطاقة من حيث الإنتاج والاستهلاك. ويرجع سبب انتشار النفط بهذا الشكل السريع إلى الخصائص الفيزيائية التي يتمتع بها، من حيث سهوله نقله، وتخزينه، وارتفاع كمية الطاقة المخزونة في وحدة الوزن وتعدد استعمالاته.

البترول والغاز الطبيعي

أصل البترول ومراحل تكوينه

البترول والغاز الطبيعي هما بقايا حيوانات ونباتات من أصل بحري، فبينما تكون الفحم من بقايا نباتات وحيوانات تجمعت في مستنقعات فوق مستوى سطح البحر، يتكون البترول والغاز الطبيعي في بيئات رسوبية بحرية حيث نشاط البكتيريا عال جداً، مثل المناطق القريبة من الشواطئ. ويلاحظ أن معظم البنيات البحرية غنية بالأكسجين مما يؤدي إلى تحلل بقايا الحيوانات والنباتات قبل الدفن بواسطة الرسوبيات، بينما المستنقعات راكدة فقيرة في الأكسجين، وتقل فعاليتها مع الوقت، نتيجة لإقتران السموم من تحلل البكتيريا واستهلاك جميع الأكسجين، مما لا يجعل هناك تحلل، ثم تمطر مع الوقت بالرسوبيات. أما بالنسبة للبترول فإن كمية كبيرة من بقايا الحيوانات والنباتات تكفن وتُعزل عن الهواء في أوضاع ترسيبيه بعيدة عن الشاطئ، ومع مرور الوقت يحدث تفاعل كيميائي، فيتحول جزء من أصل المواد العضوية إلى سوائل وغازات هيدروكربونية، تُعرف بالبترول والغاز الطبيعي. وعندما يتكون البترول في الصخور الطينية (المصدر) فإنه يهاجر إلى مسخور (المستودع)، وهي أماكن التخزين بعد أن يطمر مع الماء بسبب الضغط المتراكم على مسخور المصدر، وبالطبع تستغرق هذه المراحل فترة طويلة من الزمن.

مراحل تكوين البترول

المرحلة الأولى

ينتج الكيروجين Kerogen، الذي إذا سخن إلى درجة ٨٠٠°م يتحول إلى بترول ثقيل مشابه للبترول الممتزج من طبقات الأرض، الكيروجين يعتبر بترولاً غير تام للتكوين.

المرحلة الثانية

يتحول إلى الإسفلت، وهو أردأ أنواع البترول، وهذا يتحول بدوره إلى الزيت الثقيل.

المرحلة الثالثة

يتحول إلى لازيت الخفيف البرافيني أو الشمعي، وهو أحسن الأنواع، ويزداد في الخفة بطول فترات التكوين إلى أن يتحول إلى غاز طبيعي.

وبناء على ذلك، فإن جودة البترول الخام إسفلتياً أو ثقيلًا أو خفيفًا تعتمد على ما يلي:

١. درجة الضغط والحرارة العضوية والمدة الزمنية التي تعرضت لها المركبات العضوية تحت تأثير البكتيريا، وعلى نسبة الهيدروكربونات والبروتونات والأكسجين والأوزون.
٢. أثر المياه الجوفية التي تتصرب من خلال الطبقات الحاملة للبترول لما تحمله تلك المياه من أكسجين وكبريت وعناصر أخرى تؤثر على نوعية البترول.
٣. نوع المواد العضوية الأصلية التي نتج عنها البترول وطبيعتها.

أنواع البترول ونواتج تقطيره

يحتوي البترول على مواد هيدروكربونية أليفاتية، وأروماتية، بالإضافة إلى نسب مختلفة من بعض المركبات الكبريتية والنيتروجينية، ويقسم البترول إلى عدة أنواع تبعاً لنسب مكوناته، وهناك نوعان رئيسان:

١. البترول البرافيني : وهذا يحتوي على نسبة عالية تصل إلى ٧٠ % من البرافينات والألكانات.
 ٢. البترول الإسفلتي: ويتميز هذا النوع بوجود نسبة عالية ٦٠ % أو أكثر من المركبات الإسفلتية.
 ٣. أحياناً يكون البترول وسطاً بين هذه المركبات.
- ولا يستخدم البترول الخام مباشرة، بل يقطر تقطيراً جزئياً نتيجة لاختلاف درجة غليان كل مركب.

نواتج التقطير

١. نواتج غازية

- أ. غازات الميثان، والإيثان، وتستخدم في صناعة أسود الفحم.
- ب. غاز البروبان والبيوتان ويستخدمان كوقود في المنازل.

٢. نواتج سائلة

الجازولين والكيروسين وزيت الغاز وزيت التشحيم والإيثر والبنزين والمولار والجازولين وشمع
البرافين.

٣. نواتج صلبة

وهذه تشمل المواد المختلفة بعد عملية التقطير وتسمى القار، وتستخدم في رصف الطرق.

خصائص البترول السائل

إن أهم مؤشر للدلالة على جودة النفط الخام الذي يهتم به المنتج هو الكثافة النوعية مقاسة بوحدة معهد
البترول الأمريكي (A.P.I) التي هي عبارة عن قياس لكثافة النفط وارتباطه بالكثافة النوعية من خلال
المعادلة التالية:

$$\text{كثافة النفط (A.P.I)} = \frac{141,5}{131,5 - \text{الكثافة النوعية (جم / سم}^3\text{)}}$$

ويعتمد سعر النفط الخام على هذه الجودة ، فأقلها كثافة (أي أعلى A.P.I) هو لثمنها، لأن النفط
الخفيف يحتوي على نسبة عالية من المنتجات القيمة مثل الجازولين.

أماكن تواجد البترول أو المصائد البترولية

الصخور المولدة للبترول Source Rocks

نعرف الصخور التي تكون فيها النفط بالصخور المولدة أو الصخور الأم، وهي تتكون، غالباً من الفضار
(Clay)، السجيل (Shale)، أو المارل (Marl). وبعد أن تتكون في البترول الصخور المولدة فإنه يهاجر
منها إلى طبقات ذات مسامية ونفاذية حيث يتجمع في مصيدة، وأهم العوامل التي تساعد على هجرة
البترول هي:

١. حركات القشرة الأرضية بسبب اختلاف الضغط، وبالتالي تحركات السوائل تحت سطح الأرض.
٢. الجاذبية الأرضية والتي تتسبب في فصل السوائل بحسب اختلاف الكثافة، حيث يكون الماء في الأسفل يعلوه النفط ثم الغاز الطبيعي.

وتتلخص أسباب هجرة البترول كالتالي:

١. انضغاط الطين أو صخور المصدر
٢. التوتر السطحي والخاصية الشعرية
٣. الطفو
٤. الكثافة أو الوزن النوعي
٥. حركة المياه الأرضية
٦. ضغط الغاز الطبيعي
٧. تماسك الصخور
٨. فعل البكتيريا

وتتميز الصخور المكمنية بالمسامية (Porosity) والنفاذية (Permeability) العالية، حيث المسامية تمثل النسبة بين حجم الفراغات والحجم الكلي للمكمن أو مخازن البترول في الطبيعة، بينما النفاذية هي قابلية الصخور لجريان السوائل من خلال فراغاته. ولكي يتجمع البترول بكميات تجارية كبيرة خلال هجرته، فإنه لا بد من أن يصطدم بطبقات غطاء غير منفذة تعمل على وقف هجرة البترول، وأهم هذه الصخور الغطائية هي صخور الأنهدريت والصخور الملحية.

الاحتياطي

هو التقدير التقريبي لكمية النفط المتواجدة في صخور المكمن، وهناك أنواع متعددة للإحتياطي منها كمية الاحتياطي المثبت، وهو مجموع كميات النفط أو الغاز المعروفة إلى حد أكيد ومعقول. أما الاحتياطي المرجح أو المكمن فهو الاحتياطي الذي يرجح وجوده في مناطق حاملة للنفط مجاورة لمناطق ثبت وجود النفط بها والاحتياطي المحتمل هو للنفط المتوقع الحصول عليه، هذا يعني أن الاحتياطي المؤكد للخام المعدني في منطقة ما أكثر دقة في التقدير من الاحتياطي المحتمل، ولذا تكون كمياته أقل في العادة من كميات الاحتياطي المحتمل.

التقيب عن النفط في الوطن العربي

يعود تاريخ بدء التقيب عن البترول في الوطن العربي إلى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، وقد تحقق أول اكتشاف للنفط عام ١٩٠٧م في مصر، ١٩٠٩م في العراق، ولكن الاكتشافات الضخمة لم تتحقق إلا بعد ذلك، حيث اكتشف حقل كركوك في العراق عام ١٩٢٧م، تبعته الاكتشافات الرئيسية في الكويت والسعودية ثم الإمارات العربية المتحدة في الشرق العربي، ولم يكتشف للنفط بمكيات كبيرة في قطار شمال أفريقيا إلا في الخمسينات من القرن الماضي كما هو موضح في جدول (٧).

جدول ٧. تاريخ الاكتشافات البترولية في الوطن العربي

تاريخ بدء الإنتاج	تاريخ الاكتشاف	القطر
		أ- <u>القطر المشرق العربي:</u>
١٩٣٤	١٩٠٩	الجمهورية العراقية
١٩٣٢	١٩٣٢	دولة البحرين
١٩٤٦	١٩٣٨	دولة الكويت
١٩٣٨	١٩٣٨	المملكة العربية السعودية
١٩٤٠	١٩٤٠	دولة قطر
١٩٦٥	١٩٥٣	الإمارات العربية المتحدة
١٩٦٨	١٩٥٦	الجمهورية العربية السورية
١٩٦٩	١٩٦٢	سلطنة عمان
—	١٩٨٢	جمهورية اليمن الديمقراطية
—	١٩٨٣	المملكة الأردنية الهاشمية
—	١٩٨٤	الجمهورية العربية اليمنية
		ب- <u>القطر العربية في أفريقيا</u>
١٩١٤	١٩٠٧	جمهورية مصر العربية
١٩٣٢	١٩٢٨	المملكة المغربية
١٩٥٦	١٩٥٦	الجمهورية الجزائرية
١٩٦١	١٩٥٨	الجمهورية العربية الليبية
١٩٦٦	١٩٦٤	الجمهورية التونسية
—	١٩٧٩	جمهورية السودان الديمقراطية

المصدر: ١. نوزية محمد أحمد الرواح، موارد الأرض الطبيعية، الطبعة الأولى ١٩٩٩، مطبوعات جامعة الكويت.

الغاز الطبيعي

يقع الغاز الطبيعي في المرتبة الثانية من حيث الأهمية في استهلاك العالم من الطاقة بعد البترول، إذ يشكل الغاز ٢١% من مجمل الاستهلاك العالمي. وليس هناك نظرية متكاملة لتفسير كيفية نشأة الغاز، فهناك الغاز المصاحب للنفط، الذي تعزى النظريات العالمية إلى تكونه بالعوامل التي أدت إلى تكون النفط نفسه، وهناك حقول الغاز الطبيعي حيث يوجد الغاز وحدة دون النفط، ثم هناك نوع آخر من الغاز الذي يعتقد أنه تكون بتأثير العوامل التي أدت إلى تكون الفحم، ولهذه الأسباب مجتمعة، فلن نقدر المخزون من الغاز أمر أكثر صعوبة من تقديره في حالة الفحم والنفط.

ويشكل الميثان الجزء الأساسي من تركيب أنواع الغاز المختلفة، يليه بعد ذلك الإيثان، وبالإضافة إلى المركبين السابقين هناك نسب مختلفة من البروبان، والبيوتان، والنيروجين، وأكسيد الكربون والمركبات الكبريتية. ويؤدي اختلاف التركيب هذا، إلى اختلاف قيمة الطاقة في الأنواع المختلفة من الغاز، فالغاز المستخرج من ألمانيا مثلاً يحتوي على نصف قيمة الغاز المستخرج من الكويت (في ذات وحدة الحجم). ويبلغ احتياطي العالم من الغاز حوالي ٢٦٠٠ تريليون قدم مكعب، يمتلك الاتحاد السوفيتي حوالي ٣٠%، وأمريكا ١٠%، والدول العربية ١٥%. أما الدول غير العربية في منظمة الأوبك فتمتلك حوالي ٢٠% من الاحتياطي العالمي. ويتوزع الجزء المتبقي بين العديد من دول العالم في مختلف القارات.

أنواع الغاز

هناك نوعان من الغاز:

- ١- الغاز الطبيعي للمنتج بمصاحبة البترول من حقول البترول، ويعد إنتاجاً جانبياً.
- ٢- الغاز الطبيعي للمنتج من حقول خاصة به (حقول غاز طبيعي).

النوع الأول

وهو الغاز الطبيعي المستخرج من حقول خاصة به، فلا يحتوي على نسب كبيرة من المشتقات البترولية، كم هو الحال بالنسبة للنوع الأول، إلا أنه يتميز بإنتاجه تحت ضغوط عالية جداً، تمكن من توصيله بسهولة إلى مناطق الاستهلاك عبر خطوط الأنابيب، بالإضافة إلى عدم ارتباط إنتاجه بإنتاج البترول، بمعنى إمكانية التحكم في الإنتاج بحسب احتياجات السوق وإمكانيات التصريف.

النوع الثاني

يتميز ببناء بالمشتقات للبترولية الخفيفة، كالبوتين، وغاز البوتاجاز والجازولين الطبيعي والبروبين، ويرجع ذلك إلى أن الغاز الطبيعي هنا إما أن يوجد ذاتيا في البترول الخام، أو معلقا به تحت تأثير الضغط والحرارة في مصيدة البترول، وعند سحب البترول من المصيدة، ينخفض الضغط في أثناء تحرك البترول الخام في اتجاه سطح الأرض، لذلك يتفصل الغاز الطبيعي عنه، ويظل حاملا للمشتقات المشار إليها . وفي بعض الحقول تتفصل المشتقات عن الغاز الطبيعي الذي يعاد ضغطه جافا إلى الخزان للبترولي في باطن الأرض، من أجل المحافظة على ضغط مناسب في الآبار المنتجة، حيث إنه يساعد في سحب البترول من الخزان الجوفي.

ويعتبر الغاز من أنظف أنواع الوقود لخلوه من الكبريت تقريبا، إضافة إلى عدم احتياجه إلى تكرير، وقد كان في السابق يقتصر استخدامه على مناطق الإنتاج، إلا أنه بعد تطور وسائل التخزين والنقل، ازداد استخدام الغاز الطبيعي في كثير من بلاد العالم.

مكونات الغاز الطبيعي

يمثل الغاز الطبيعي، والبترول في عصرنا الحاضر أهم المصادر الأساسية للطاقة. وكل منهما عبارة عن خليط من المواد الهيدروكربونية. فمثلا يتكون الغاز الطبيعي من الغازات التالية:

غاز الميثان	ونسبته ٥٨ - ٩٢ %
غاز الإيثان	ونسبته ٣ - ٢٤ %
غاز البروبان	ونسبته ٢ - ١٠ %
غاز البيوتان	ونسبته ١ - ٥ %
غاز البنتان	ونسبته ٠,٥ - ٣,٥ %

كما توجد مختلطة معه بعض الغازات الأخرى مثل النتروجين، والأكسجين، وثاني أكسيد الكربون، وكبريتيد الهيدروجين، والغاز الأخير يوجد في الغاز المستخرج من الحقول بنسبة تصل إلى ٦,٤ %، ويسمى في الصناعة بالغاز الحامض، وهو غاز غير مرغوب فيه، ويجب التخلص منه في أثناء عملية التصنيع، وعند احتراق الغاز الطبيعي ينتج ثاني أكسيد الكربون والماء. ويتولد عن هذا التفاعل كمية من

الطاقة الحرارية، ولقد قدرت الطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتراق ٢,٧ متر مكعب من الغاز الطبيعي الجاف، فوجدت أنها تعادل الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق ٥,٥ كجم من الفحم؛ ولذا يستخدم الغاز الطبيعي على نطاق واسع في كثير من البلدان العالم كمصدر للطاقة الحرارية في المنازل والمصانع.

استهلاك الغاز

يستهلك الغاز الطبيعي حالياً بكميات كبيرة في معظم أنحاء العالم، ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها: ارتفاع طاقته الحرارية، والتي تبلغ ٧٧٠٠ وحدة حرارية لكل جرام من الغاز الطبيعي، وهي طاقة تفوق مثيلتها المولدة من الفحم بأنواعه (٢٠٠٠ - ٧٠٠٠) ومن الطاقة الكهربائية (٢٨٠٠). بالإضافة إلى نظافته احتراقه، وعدم وجود شوائب، أو عوادم تسبب تلوث الجو، وانخفاض تكلفة استخراجه إلى حد كبير، وسهولة نقله من مناطق الإنتاج إلى أسواق التصريف، وانخفاض تكلفة ذلك.

الغاز الطبيعي في الوطن العربي

تضاعف استخدام الغاز الطبيعي في الدول العربية أكثر من ١٦ مرة خلال الفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٤ من ٦ مليون طن مكافئ نفط إلى ٩٨ مليون طن مكافئ نفط وبذلك تكون مساهمته في إجمالي استهلاك الطاقة قد ارتفعت من ١٧% إلى ٣٧%.

احتياطي الغاز الطبيعي

- ١- أعظم احتياطي للغاز يوجد في الاتحاد السوفيتي حيث يشكل ٣٥% من احتياطي العالم.
- ٢- الجمهورية الإسلامية الإيرانية لديها ١٨,٤% من احتياطي العالم.
- ٣- الدول العربية حوالي ١٥%.
- ٤- الولايات المتحدة الأمريكية حوالي ٧,٢% من احتياطي العالم.

وتتوقع المصادر الطمعية ألا تقل كميات الغاز الطبيعي غير المكتشف في الدول الرئيسة المنتجة للنفط عن ١٩ تريليون متر مكعب. كما تتوقع المصادر النفطية الغربية أن تتحول قطر إلى (سيبيريا) جديدة تشتمل على أكبر احتياطي غاز في العالم، حيث إن أكبر حقل غازي في قطر هو حقل الشمال الذي مساحته ٦٠٠٠ كم^٢

ولكتشف عام ١٩٧١م، وبشكل هذا الحقل البحري امتدادا جغرافيا للأراضي القطرية على بعد ٧٠ كم باتجاه السواحل الإيرانية. وقد شبه بأنه حد كبريات الحقول العالمية، وبالتحديد الحقول السيبرية الهائلة التي تزود أوروبا الغربية بقسم كبير من حاجتها للغاز، ويقدر الخبراء بأنه إذا استخرجت من هذا الحقل ٨٠٠ مليون قدم مكعب من الغاز يوميا فإنه سيستمر في الإنتاج ١٠٠٠ عام على الأقل.

مكونات الغاز الصناعي

الغاز الصناعي خليط من الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، وهذا الغاز ذو أهمية صناعية بالغة يعتمد عليه في كثير من الصناعات المهمة. ويحضر الغاز الاصطناعي على نطاق واسع من الغاز الطبيعي، والغازات المتولدة من تقطير البترول، وتعتمد طريقة التحضير هذه على تفاعل غازات الهيدروكربونية، مثل الميثان، والبروبان بعد تنقيتها من المركبات الكبريتية مع بخار الماء في وجود بعض الفلزات، على أنه عامل مساعد عند درجات الحرارة العالية حوالي ٣٧٠ م وتحت ضغط يعادل ٣٠ جوي.

الطاقة الكهربائية الحرارية Thermoelectric Power

وهي الطاقة التي تعتمد في توليدها على احتراق الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعي، لذلك تنقسم بالانتشار الواسع في الأقاليم المختلفة لإمكانية نقل المصادر المشار إليها، وخاصة البترول من مكان إلى آخر، كما أن التقدم التكنولوجي الكبير الذي حققه الإنسان خلال السنوات الأخيرة قلل من كمية الوقود اللازمة لتوليد الكهربائية الحرارية، لذلك لا ترتبط مراكز توليد الطاقة الكهربائية الحرارية بمواطن إنتاج مصادر الوقود، مما أسهم في الانتشار الواسع لهذا النوع من الطاقة إلى جانب اتساع دائرة العديد من الصناعات التي تعتمد عليه.

وتعتمد الدول المنتجة للفحم والبترول والغاز الطبيعي على هذه المصادر في توليد الكهرباء الحرارية، كما في بريطانيا، وروسيا، وألمانيا، وبولندا، وأمريكا، والمملكة العربية السعودية والدول العربية المطلية على الخليج، وجمهورية إيران الإسلامية وليبيا وفنزويلا، وتسهم الطاقة الكهربائية الحرارية بنحو ثلثي إنتاج العالم من الكهرباء.

المعادن المشعة

تتمثل في الليورانيوم والثوريوم والبلوتونيوم وغيرها من المواد المشعة التي تستخدم على نطاق واسع حالياً في إنتاج الطاقة الكهرونووية. وكان بداية استخدامها مأساوية حيث استخدمت في الحرب العالمية الثانية، التي انتهت بمأساة مدينتي هيروشيما ونجازاكي باليابان. وإذا كان استخدامها قد انتقل بعد ذلك للأغراض السلمية وخاصة في مجال توليد الطاقة الكهرونووية، فإنها من مصادر الطاقة غير المرغوب فيها بئناً لما يصاحب استخدامها من مخاطر التلوث الإشعاعي. ولكن الدول الصناعية الكبرى من منطلق الحاجة إلى المزيد من الطاقة لمواجهة احتياجاتها المتزايدة، فإنها تحاول أن تزيد من استخدام المفاعلات النووية في هذا المجال رغم مخاطرها البيئية، فقد بلغ معدل نمو الطاقة النووية حوالي ١٥% سنوياً خلال عشرين عاماً (١٩٦٠ - ١٩٨٠). وأشار تقرير الوكالة الدولية للطاقة (١٩٨٦)، أن الطاقة النووية ارتفعت نسبة استهلاكها خلال عامي ١٩٨٤ و ١٩٨٥ بنسبة تبلغ ١٧,٥%. ويقدر أنها توفر في الوقت الحاضر (٢٠٠٢) حوالي ٩% من جملة الإنتاج العالمي للطاقة. ويوجد حالياً ٥٢٥ مفاعلاً نووياً تعطي حوالي ٣٨٣ ألف ميجا واط، مقابل ٣٤٥ مفاعلاً (١٩٨٤) تنتشر في ٣١ دولة أنتجت في عام ١٩٨٤ حوالي ٢١٩,٧ ألف ميجا واط وكانت الولايات المتحدة الأمريكية أكبر منتج للطاقة الكهرونووية بنسبة ٣١,٤%، يليها فرنسا ١٥%، والاتحاد السوفيتي ١٠,٨%، اليابان ٩,٥%، ألمانيا ٦,٦% ثم بريطانيا ٤,١%.

وما معنا بصدد الحديث عن الطاقة الإشعاعية النووية، فإن السؤال الملح هو: هل التوسع في استخدام المعادن المشعة كمصدر طاقة أمر مرغوب فيه بئناً؟ وهل العالم إذا ما استخدم هذه الطاقة للمشعة قادر على توفير الخامات اللازمة لها على المدى الطويل؟

بالنسبة للسؤال الأول، تختلف الآراء ما بين مؤيد ومعارض. فالاقتصاديون ورجال الصناعة من منطلق تحقيق منافع اقتصادية بحثة، فهم يؤيدون التوسع في استخدام هذه الطاقة النووية كمصدر لتوليد الكهرباء لمواجهة احتياجات العالم المتزايدة. والواقع أنهم لا يقيمون وزناً للمخاطر البيئية الناجمة عن أي خلل أو انفجار للمفاعلات النووية اعتقاداً منهم أنهم قادرون على احتواء أي خلل أو انفجار، وهو اعتقاد ثبت أنه خاطئ. وكان حادث احتراق أحد المفاعلات النووية في محطة تشرنوبيل (٢٦ أبريل ١٩٨٦) بالقرب من مدينة كييف عاصمة أوكرانيا، دليلاً قوياً على خطأ هذا الاعتقاد. إذ لم يستطع الاتحاد السوفيتي وقت ذلك رغم تفوقه العلمي والتقني أن يحتوي هذا الحريق ويمنع تسرب الإشعاعات النووية التي غطت معظم القارة الأوروبية، التي عاشت حالة ذعر من مردودات هذا الإشعاع على النبات والحيوان والإنسان. ولعل هذا الحادث يدعم وجهة نظر البيئيين وأنصار حماية البيئة في ضرورة الحد من استخدام هذه الطاقة

النوية مهما كانت الدوافع الباعثة على استخدامها. إن هذا الحادث هو بمثابة إنذار وتحذير للدول النامية التي لا تزال تلتفت في طلب الحصول على مفاعل نووي.

لقد آن الأول أن تعيد الدول الصناعية النظر في أمر هذه الطاقة وتضبط استخدامها، وتسعى لمنع انتشارها تمهيداً للاستغناء عنها نهائياً. وإذا كانت الدول لا سيما الصين وألمانيا وفرنسا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي أكتفت مجدداً (في أعقاب حادث تشرنوبيل) على سياستها المؤيدة للتوسع في استخدام الطاقة النووية، إلا أن هناك دولا كثيرة بدلت تتخذ موقفاً غير رسمي ضد استخدام الطاقة النووية مثل استراليا وفرنسا والدانمرك ولوكسمبورج ونيوزيلندا والنرويج والسويد. والواقع أن قضية الطاقة النووية لم تعد فاصلة فقط على احتمالات تسرب الإشعاع النووي في أثناء التشغيل أو نتيجة حدوث انفجار، وإنما أصبحت قضية التخلص من النفايات المشعة إحدى النتائج الخطرة للتوسع في استخدام الطاقة النووية. وبدأت دول عديدة تدرس من جديد مسألة السلامة البيئية بضرورة إيجاد حل آمن لقضية التخلص من هذه النفايات المشعة عالية الخطورة. أما بالنسبة للسؤال الثاني الخاص بمدى توفر الخامات اللازمة لتوليد الطاقة النووية، فإن الكثير من الدراسات تبين أنه لو حدث توسع في استخدام المعادن المشعة، فإن الاحتياطي المعروف حالياً مهده بالنفاذ في فترة قصيرة نسبياً. ومن ثم فهي طاقة مؤقتة شأنها في ذلك شأن مصادر الطاقة غير المتجددة الأخرى.

من هذه المناقشة يتبين لنا أن مشكلة الطاقة غير المتجددة، التي تمثل الطاقة الأكثر استخداماً في الوقت الحاضر، تتبلور في نقطتين أساسيتين هما:

- أ. أن احتياطي مصادر هذه الطاقة ، باستثناء الفحم الحجري، معرض للتضروب في فترة زمنية قصيرة لا تتعدى قرناً من الزمان في أحسن التقديرات.
- ب. أن هذه المصادر غير المتجددة كلها ملوثة للبيئة لما تطلقه من نفايات أو غازات وإشعاعات نووية غاية في الخطورة. ومن ثم فهي مصادر غير مرغوب للتوسع في استخدامها من وجهة النظر البيئية لمردوداتها الخطيرة. ومن ثم فإن البحث عن بدائل متجددة، وغير ملوثة للبيئة يعتبر خطوة مهمة على الطريق لحل مشكلة الطاقة من ناحية، ومشكلة التلوث من ناحية أخرى.

٣-٣ استهلاك الطاقة في النظام البيئي

١-٣-٣ مستقبل الوقود الأحفوري البترولي

يحتل موضوع الطلب على النفط والطاقة في الدول العربية أهمية كبرى سواء للدول المصدرة أو المستوردة له، وأن مصادر الطاقة الأولية فيها تنحصر بشكل رئيس في النفط والغاز الطبيعي، ولقد تضاعف استهلاك الدول العربية من الطاقة تزايداً كبيراً.

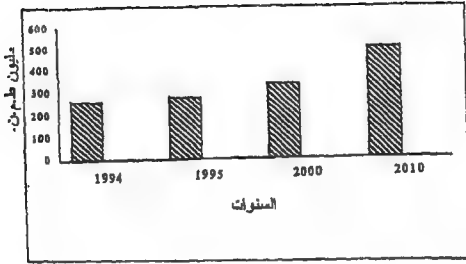
- إذ ازداد من ٧٠٠ ألف برميل مكافئ نفط يومياً في عام ١٩٧٥ إلى ما يعادل ٥,٣ مليون برميل مكافئ نفط يومياً في عام ١٩٩٤م.

- كما تضاعف استخدام الغاز الطبيعي في الدول العربية مرتفعاً من ٦ مليون طن مكافئ نفط إلى ٩٨ مليون (ط.م. ن).

- أما الطاقة الكهربائية والفحم فإلحما لا يشكلان سوى نسبة ضئيلة من إجمالي استهلاك الطاقة.

- ففي عام ١٩٩٤م بلغ نصيب المنتجات النفطية والغاز الطبيعي معاً ٩٦%، مقابل ٤% للطاقة الكهربائية والفحم. كما تشكل المنتجات النفطية المصدر الرئيسي للطاقة في الدول العربية.

وتدل المؤشرات على أن طلب الطاقة بالدول العربية سيصل إلى ٥٠٠ مليون طن مكافئ نفط أي ما يعادل ١٠ مليون برميل مكافئ نفط يومياً في عام ٢٠١٠ مقابل ٢٥٨ مليون طن مكافئ نفط في عام ١٩٩٤م، أي أن الاستهلاك سينمو بمعدل قدره ٤% شكل (٦).



شكل (٦) توقعات الطلب على الطاقة في الدول العربية عام ١٩٩٤ - ٢٠١٠ م

إن دول مجلس التعاون الخليجي تسعى إلى إعادة هيكلة صناعتها الوطنية لتستلهم مع مرحلة منظمة التجارة العالمية. بحيث يتم التركيز في السنوات المقبلة على إقامة مشاريع تتواءم لها أفضليات نسبة في دول مجلس التعاون، وإن هناك استعدادات كبيرة لتنمية صناعة النفط والمنتجات النفطية التي تملك عوامل النجاح والمناخ في دول المجلس، حيث سيتم إنفاق ما يقارب ٢٠ مليار دولار في السنوات العشر القادمة لتطوير مصافي النفط العاملة وإقامة مصاف جديدة في هذه الدول، ويشكل النفط المكرر بدول المجلس في الوقت الحاضر ١٤,٨% فقط من إجمالي إنتاج النفط الخام في دول مجلس التعاون، إلا أن هذه النسبة يتوقع لها أن ترتفع إلى ٢١% من الإنتاج الكلي للنفط الخام بدول المجلس في عام ٢٠٠٧م، وإن صناعة النفط في كل من الكويت وقطر وعمان، تشهد توسعات مهمة لسنوات العقد القادم، بحيث يمكن اعتبار دول المجلس ليست أهم منتج للنفط الخام فحسب، وإنما أهم مركز في العالم في القرن الحالي. ويتضح من الجدول (٨) أن طاقة تكرير النفط في دول مجلس التعاون سوف ترتفع بنسبة ٩٠% خلال سنوات العقد الحالي.

تتجه أنظار العالم إلى إيجاد البدائل على البترول، حيث لن مرفة استهلاكه شديدة ومتزايدة، وبينما الكمية محدودة وغير متجددة، ولذلك لا مفر من النضوب في الوقت القريب، ومن أهم هذه البدائل:

• الرواسب البتومينية Bituminous Deposits

حيث يتواجد البترول على هيئة قار (قطران)، يملأ الفراغات بين الرمال، ويطلق على هذا النوع من المركبات البترولية أسماء مختلفة منها البتوميني Bitumen، قار Tar، إسفلت Asphalt، بنش Pitch. والبتوميني سائل شديد اللزوجة، ويبقى ساكناً في الفراغات بين الحبيبات الرملية، ويتحرك فقط بعد التسخين، ولذلك نجد أن الطبقات الرملية المتشعبة بالرواسب البتومينية عُد اكتشافها للشمس تعطي نزيهاً من قطرات البتوميني المسائلة. وهناك طريقتان لتجميع البتوميني في الرمال:

- أولاً: ينتج بعد أن يجف البترول السائل الموجود سابقاً في الصخور الخزائنة.
- ثانياً: يتجمع أو يترسب مترامناً مع ترسيب الرمل على هيئة كريات بيتومينية.

جدول ٨. طاقات تكرير النفط والتوسعات المستقبلية في دول مجلس التعاون الخليجي

القطر	إنتاج النفط (مليون برميل يومياً) ١٩٩٦م	الطاقة التكريرية (ألف برميل يومياً) ١٩٩٦م	% التكرير من إجمالي الإنتاج	الطاقة التكريرية المتوقعة في عام ٢٠٠٧
الإمارات العربية المتحدة	٢,٢٥٠	٢٠٥	٩,١	٧٥٠
دولة البحرين	٠,١٨٠	٢٥٠	١٣٩,٠	٢٥٠
المملكة العربية السعودية	٨,٢٠٠	٦٥٠	٧,٩	١,٧٠٠
سلطنة عمان	٠,٩٥٠	٥٠	٥,٣	١١٠
دولة الكويت	٠,٥٤٠	٨٠	١٤,٨	١٣٠
دولة قطر	٢,٢٠٠	٨٦٠	٣٩,١	١,٠٥٠
الإجمالي	١٤,٣٢٠	٢,٠٩٥	١٤,٦	٣,٩٩٠

- المصدر: د. فوزية محمد أحمد الرويح. موارد الأرض الطبيعية. الطبعة الأولى ١٩٩٩. مطبوعات جامعة الكويت.

ولشهر تجمع للرواسب البتومينية هو ذلك الموجود في كندا (منطقة ألبرتا)، حيث يطلق عليه رمال الغاز (Oil Sand) أو الرمل الزيتي، ويرجع عمر هذه الصخور إلى العصر الطباشيري ويقدر الاحتياطي من

هذا النوع بحوالي ١٣٥٠ بليون برميل من البيتوميني، أي أكثر من ضعف احتياطي العالم من البترول بحسب التقدير السالف. ويستغل هذا النوع فقط في الأماكن القريبة من السطح حيث يقلب مع ماء حار، فتزسب الرمال إلى اللقاع، ويطفو الزيت على السطح. أما عن استخلاص الزيت من الطبقات تحت السطحية المشبعة البيتوميني فيطلب أن يسخن الرمل الزيتي بالبخار، وإذا تمكن الإنسان من تطوير طرق للاستخلاص، وتغلب على المشاكل الأخرى، فسيكون هذا المصدر الأحفوري الضخم مصدراً رئيسياً للطاقة.

• الطين الصفحي البترولي Oil Shale

وهي صخور جيرية طينية (lime-mud) وما تحويه من مركبات هيدروكربونية، ليس بترولاً بالمعنى الحقيقي، وإنما هو مادة شمعية تسمى كيروجين Kerogen، تكون ملتصقة بالجبر، وعندما يتم طحن الصخر الزيتي ثم يسخن إلى ٤٨٠ م° تقريباً يتحول الكيروجين إلى بترول، ويطرد بصورة مسائل. والمادة الصخرية الحاوية على الزيت إما أن يتم تعدينها على السطح إذا كانت قريبة منه، وإما أن تحرق في مناجم تحت الأرض، ثم تسحب وتضخ إلى السطح، والاحتياطي العالمي لهذا النوع يقدر بحوالي ١٨٠٠ بليون برميل من النفط. وإذا كان البعض يحاول أن يخفف من حدة مشكلة الطاقة في المستقبل من خلال اكتشاف احتياطي كبير لمصادر نفطية غير تقليدية مثل رمال لقار Tar Sand والصخر النفطي أو الطين الصفحي البترولي Oil Shale، فإن طرق استخراج النفط منها فيما يعرف بالنفط الاصطناعي لا زالت عالية التكاليف، وتحتاج إلى تقنية متقدمة جداً وطاقة كبيرة مما يقلل من احتمال التوسع في استخراج النفط منها على الأجل في الوقت الحاضر، أو في المستقبل القريب. وإذا كان استخراج النفط من رمال القار والصخر النفطي سيزيد من الاحتياطي العالمي، فإن المشكلة ستظل قائمة ممثلة في احتمالات نضوب النفط الطبيعي والاصطناعي لا محالة في زمنية قليلة من ناحية، واستمرار دوره طوال فترة استخدامه في زيادة حدة مشكلة التلوث من ناحية أخرى.

٣-٢-٢ احتياطيات البترول المكتشفة في الوطن العربي

يتركز مخزون النفط في منطقة الشرق الأوسط في منطقة الخليج والجزيرة العربية، وتتركز هذه الكمية في دول الخليج العربي والجزيرة العربية والعراق. يأتي الاتحاد السوفيتي في المرحلة الثانية، من حيث مخزون النفط، ثم الولايات المتحدة، وبعض دول أمريكا الجنوبية، وأفريقيا، وشرق جنوب شرق آسيا

وأستراليا، وتحتوي السعودية على ٤٠% من نفط الشرق الأوسط حوالي (١٤٠ بليون برميل). واتخذت الإدارة الجيولوجية في وزارة الداخلية الأمريكية أن العالم يملك احتياطي بترول تقليديا يكفي لمدة ٦٠ عاماً، إذا استمر معدل الاستهلاك على وضعه الحالي، فإن الشرق الأوسط سوف يقوم بدور رئيسي كمورد للبترول على المدى القصير، لأن احتياطيه يمثل أكثر من مائة مثل حجم إنتاجه السنوي، أي أن احتياجه سيستمر أكثر من مائة عام بالمعدل الحالي لاستخراج البترول، ويمتلك الشرق الأوسط ٥١٩ مليار برميل احتياطي أي حوالي ٤٢% من البترول التقليدي العالمي. ولكن بعد هذه الفترة سيكون لاحتياطي البترول غير التقليدي للزيت الثقيل والغاز، الذي يتركز معظمه في فنزويلا وكندا الأهمية كمورد للطاقة.

يملك الوطن العربي احتياطات هائلة من النفط والغاز، وقد بلغت احتياطيات النفط المؤكدة في الوطن العربي والتي هي بالتعريف الاحتياطيات التقليدية والمؤكدة بواسطة الآبار، والقابلة للاستخراج ضمن الشروط التقليدية الحالية والأسعار السائدة في ١/١/١٩٩٥م حوالي ٦٢٨,٨ مليار برميل منها ٥٧١ مليار برميل في أقطار المشرق العربي، و ٥٧,٨ مليار برميل في أقطار شمال أفريقيا كما في جدول (٩).

أما بالنسبة للغاز، فقد قدرت احتياطيات الوطن العربي منه في ١/١/١٩٩٥م بحوالي ٣١ تريليون متر مكعب منها ٢٤,٢ تريليون متر مكعب في المشرق العربي، ٦,٨ تريليون متر مكعب في شمال أفريقيا، وتعادل هذه الكميات ٢١% من الاحتياطي العالمي الذي يساوي حوالي ١٤٨ تريليون متر مكعب.

جدول ٩. احتياطي النفط العربي (حتى ١/١/١٩٩٥م، مليار برميل) والاحتياطي المكتشف في الأقطار العربية المنتجة للنفط.

القطر	الاحتياطي الحالي ١/١/١٩٩٥م	الاحتياطي العالمي %	الاحتياطي المكتشف
أ- أقطار المشرق العربي:			
الإمارات العربية المتحدة	٩٨٠١	٩,٦	١١٤,٠
دولة البحرين	٠,٢	—	١,١
الجمهورية العراقية	١٠٠	٩,٨	١٢٤
دولة الكويت	٩٦,٥	٩,٤	١٢٦
دولة قطر	٣,٧	٠,٤	٩,١
المملكة العربية السعودية	٢٦١,٢	٢٥,٦	٣٤٢,٢
الجمهورية العربية السورية	٢,٥	٢,٠	٤,٨
سلطنة عمان	٤,٨	٠,٥	٩,٧
جمهورية اليمن الديمقراطية	٤	٠,٤	٤,٦
مجموع المشرق العربي	٥٧١	٥٥,٩	٧٣٥,٤
ب- الأقطار العربية في أفريقيا:			
الجمهورية الجزائرية	٩,٢	٠,٩	١٩,٨
جمهورية مصر العربية	٣,٢	٠,٦	١٠,٥
الجمهورية العربية الليبية	٤٥	٤,٤	٦٤,٩
الجمهورية التونسية	٠,٤	—	٢,٣
مجموع أقطار أفريقيا	٥٧,٨	٥,٦	٩٧,٥
المجموع الكلي	٦٢٨,٨	٦١,٥	٨٣٢,٩

- المصدر: د. فوزية محمد أحمد الرويح. موارد الأرض الطبيعية. الطبعة الأولى ١٩٩٩. مطبوعات جامعة الكويت.

تكن مشكلة الطاقة بديلة في نضوبية النفط لمحدودية مصادره، ومع ارتفاع الطلب عليه بشكل لا يمكن الاستمرار فيه لفترة طويلة، فالبحث عن مصادر بديلة أمر لا بد منه، سواء ارتفع سعر النفط أم لم يرتفع، وسواء كان النفط عربياً أم غير عربي. فحقيقة الأزمة تكمن في تزايد استهلاكه بنسب عالية بسبب رخص سعره، وبالإضافة للنفط يعتمد العالم حالياً على الغاز الطبيعي، الفحم، والطاقة النووية، والمائية، وفيما عدا الطاقة المائية فالمصادر الأخرى هي مصادر ناضبة، وتشكل نحو ٩٣% من إمدادات الطاقة العالمية. وبذلك يمكن تقسيم مصادر الطاقة إلى الأتي:

١. مصادر طاقة غير متجددة حالية
٢. مصادر طاقة جديدة غير متجددة
٣. مصادر طاقة جديدة متجددة

٣-٤-١ مصادر الطاقة غير متجددة المستخدمة حالياً

توجد في العالم احتياطات مؤكدة قابلة للاستخراج اقتصادياً وتكنولوجيات متوفرة فالمصدر الأكثر وفرة وهو الفحم يمد العالم بحوالي ٢٤% من احتياطياته للطاقة. إن احتياطي النفط المؤكدة لا تكفي بمستوى استهلاكها الحالي أكثر من ٢٩ سنة، بينما تكفي احتياطيات الفحم بمستوى استهلاكها الحالي لما يزيد عن مائتي سنة.

٣-٤-٢ مصادر الطاقة غير المتجددة الجديدة

بالإضافة إلى المصادر الناضبة الحالية هناك مصادر طاقة ناضبة جديدة يجري تطويرها وهذه المصادر هي: النفط والغاز المستخلصان من الفحم، والنفط المستخلص من رمال القار والصخور الزيتية، ويسمى النفط والغاز المستخلصان من هذه المصادر الثلاثة بالوقود الصناعي، واحتياطي رمال القار والصخور الزيتية معروفة منذ فترة طويلة ولكنها لا تنتج بشكل تجاري مهم، وهناك استغلال للصخور الزيتية في روسيا والصين، كما أن هناك استغلالاً لنفط رمال القار في كندا، كما نجد أن حوالي نصف احتياطي العالم المؤكدة من النفط موجودة في خمس دول عربية أعضاء منظمة الأوبك، وهي: السعودية، والكويت، والعراق، والإمارات العربية المتحدة، والجمهورية الليبية.

تمثل مجموعة الطاقة التي تتجدد تلقائياً، ولا تتعرض للنفاذ، مما يؤمن استمرارية وجودها دون خوف من خطر النضوب أو النفاذ، وهي في نفس الوقت مصادر طاقة غير ملوثة للبيئة، فهي طاقة نظيفة. ومن ثم فهي طاقة مرغوبة بيئياً واقتصادياً ومستقبلياً، حيث تحقق للبشرية تأمين احتياجاتها من الطاقة إلى ما شاء الله. هناك مصادر طاقة جديدة يجري العمل على تطويرها على أساس أنها متجددة ودائمة، ومن بين هذه المصادر مصادر محدودة، كما هو الحال في: الطاقة المائية، وطاقة الحرارة الجوفية، والطاقة العضوية، وطاقة الرياح، وطاقة فوارق حرارة المحيطات والمد والجزر والأمواج. وهناك مصادر غير محدودة نسبياً مثل: الطاقة الشمسية والانماج النووي والهيدروجين، وهذه المصادر وإن كانت لم تستخدم بعد على نطاق كبير، فإنها تحظى باهتمام العالم وبصفة خاصة الدول الصناعية في أعقاب أزمة النفط العالمية عام ١٩٧٣، وتزايد حدة مشكلة التلوث الناجمة عن التوسع في استخدام الطاقة الحفوية. فقد زادت مساهمة الطاقة المتجددة في توفير الطاقة العالمية من ٥% في عام ١٩٧٥ إلى ١٠% في عام ١٩٨٦ وهذه الزيادة في تصاعد كل عام ولو أنها مازالت حتى الآن حصتها محدودة، ولقد أثبتت لتجارب والأبحاث المخبرية والميدانية إمكانية استخدام هذه الطاقة على نطاق واسع. ولعل الكوارث والمصائب التي تسببها عن التوسع في المصادر غير المتجددة والملوثة، تعمل بتطوير وتنمية مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة لإنقاذ البشرية من هذه الكوارث. وتتمثل هذه المصادر المتجددة التي تمثل بدائل طاقة آمنة في: الطاقة الكهرومائية، والشمسية، والحرارة الأرضية، والريحية، والطاقة البيولوجية، وطاقة الهيدروجين. وسوف نناقش كل مصدر من هذه المصادر على حدة لنتبين دوره الحالي في مجال إنتاج الطاقة، والجهود التي بذلت لتطويره وتنميته، وإمكانية استخدامه في المستقبل المنظور.

الطاقة الكهربائية

حتى تكامل الصورة عن مصادر الطاقة الرئيسية في العالم المعاصر يجب أن نتناول الطاقة الكهربائية، التي يعتمد في توليد كميات كبيرة منها في العالم على مصادر الوقود المعدني (الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي والمعادن المشعة) وقد أصبح المستهلك من الكهرباء بشكل نحو ٦١% من جملة الطاقة المستتلة في العالم، كما أنها تلعب دوراً رئيسياً في توطن العديد من الصناعات، وإلى اتخاذها لقياس مدى التقدم الحضاري والتكنولوجي لأية دولة في العالم. وتختلف الكهرباء عن الفحم والبترول والغاز الطبيعي والمعادن المشعة في أنها ليست مصدراً للطاقة، ولكنها هي نفسها الطاقة التي استغلها الإنسان في التوليد

إما مساقط طبيعية (الشلالات) أو اصطناعية (السدود المقامة على المجاري المائية)، أو احتراق مصادر الطاقة السابقة (فحم، النفط، وغاز طبيعي).

طرق توليد الطاقة الكهربائية Generation of Electrical Energy

إن عملية توليد أو إنتاج الطاقة الكهربائية هي في الحقيقة عملية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر حسب مصادر الطاقة المتوفرة في مراكز الطلب على الطاقة الكهربائية وحسب الكميات المطلوبة لهذه الطاقة، الأمر الذي يحدد أنواع محطات التوليد وكذلك أنواع الاستهلاك وأنواع الوقود ومصادره كل ذلك يؤثر في تحديد نوع المحطة ومكانها وطاقتها.

أنواع محطات توليد الطاقة الكهربائية

١. محطات التوليد البخارية

تعتبر محطات التوليد البخارية محولات للطاقة (Energy Converter) وتستعمل هذه المحطات أنواعا مختلفة من الوقود حسب الأنواع المتوفرة مثل الفحم الحجري أو البترول السائل أو الغاز الطبيعي أو الصناعي. تمتاز المحطات البخارية بكبر حجمها ورخص تكاليفها بالنسبة لإمكاناتها الضخمة كما تمتاز بإمكانية استعمالها لتحلية المياه المالحة، الأمر الذي يجعلها ثنائية الإنتاج خاصة في البلاد التي تقل فيها مصادر المياه العذبة.

• اختيار مواقع المحطات البخارية Selection of Steam Power Station Site

يتحكم في اختيار المواقع المناسبة لمحطات توليد الحرارة عدة عوامل مؤثرة نذكر منها ما يلي :

- القرب من مصادر الوقود وسهولة نقله إلى هذه المواقع وتوفير وسائل النقل الاقتصادية.
- القرب من مصادر مياه التبريد لأن المكثف يحتاج إلى كميات كبيرة من مياه التبريد. لذلك تبنى هذه المحطات عادة على شواطئ البحار أو بالقرب من مجاري الأنهار.
- القرب من مراكز استهلاك الطاقة الكهربائية لتوفير تكاليف إنشاء خطوط النقل. مراكز الاستهلاك هي عادة المدن والمناطق السكنية والمجمعات التجارية والصناعية.

وتعتمد محطات التوليد البخارية على استعمال نوع الوقود المتوفر وحرقة في أفران خاصة لتحويل الطاقة الكيميائية في الوقود إلى طاقة حرارية في اللهب الناتج من عملية الاحتراق ثم استعمال الطاقة الحرارية في تسخين المياه في مارجل خاصة (Bollers) وتحويلها إلى بخار في درجة حرارة وضغط معينين ثم تسليط هذا البخار على توربينات بخارية صممت لهذه الغاية فيقوم البخار السريع بتدوير محور التوربينات وبذلك تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية على محور هذه التوربينات. وإذا ربطت التوربينة مع محور المولد الكهربائي تولد على أطراف العضو الثابت من المولد طاقة كهربائية.

لا يوجد فرق أساسي بين محطات لتوليد البخارية التي تستعمل أنواع الوقود المختلفة إلا من حيث طرق نقل وتخزين وتداول وحقن الوقود. وقد كان استعمال الفحم الحجري شائعاً في أواخر القرن الماضي ولولل هذا القرن، إلا أن اكتشاف واستخراج البترول أحدث تغييراً جذرياً في محطات توليد البخارية حيث أصبح يستعمل بنسبة ٩٠% سهولة نقله وتخزينه وحرقة إن كان بصورة وقود سائل أو غازي.

٧. محطات التوليد النووية Nuclear Power Station

محطات التوليد النووية نوع من محطات التوليد الحرارية، لأنها تعمل بنفس المبدأ وهو توليد البخار بالحرارة وبالتالي يعمل البخار على تدوير التوربينات التي بدورها تنور الجزء الدوار من المولد الكهربائي وتتولد الطاقة الكهربائية على أطراف الجزء الثابت من هذا المولد.

والفرق في محطات التوليد النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد هنا مفاعل ذري تتولد فيه الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للنواة وتستغل هذه الطاقة الحرارية للهائلة في غليان المياه في المارجل وتحويلها إلى بخار ذي ضغط عال ودرجة حرارة مرتفعة جداً. تحتوي محطة التوليد النووية على الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري وهو يتكون من طبقة من الأحجار النارية وطبقة من المياه وطبقة من الحديد الصلب ثم طبقة من الأسمنت تصل إلى سمك مترين وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من اللوث بالاشعاعات الذرية. إن أول محطة توليد حرارية نووية في العالم نفذت في عام ١٩٥٤ وكانت في الاتحاد السوفيتي بطاقة ٥ ميجا واط. ومحطات التوليد النووية غير مستعملة في البلاد العربية حتى الآن.

ولكن محطات التوليد الحرارية البخارية مستعملة بصورة كثيفة على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي في توليد الكهرباء ولتحلية المياه المالحة.

٢. محطات التوليد من المد والجزر Tidal Power Stations

المد والجزر من الظواهر الطبيعية المعروفة عند سكان سواحل البحار. فهم يرون مياه البحر ترتفع في بعض ساعات اليوم وتنخفض في البعض الآخر. وقد لا يطمون أن هذا الارتفاع ناتج عن جانبية القمر عندما يكون قريبا من هذه السواحل وأن ذلك الانخفاض يحدث عندما يكون القمر بعيدا عن هذه السواحل، أي عندما يغيب القمر، علما أن القمر يدور حول الأرض في مدار أهليلجي أي بيضاوي الشكل دورة كل شهر هجري، وأن الأرض تدور حول نفسها كل أربع وعشرين ساعة. فإذا ركزنا الانتباه على مكان معين، وكان القمر يتنير في الليل، فهذا معناه أنه قريب من ذلك المكان وأن جانبته قوية لذا ترتفع مياه البحر وبعد مضي اثنتي عشرة ساعة من ذلك الوقت يكون القمر بالجزء المقابل قطريا، أي بعيدا عن المكان ذاته بعدا زائدا بطول قطر الكرة الأرضية فيصبح اتجاه جانبية القمر معاكسا وبالتالي ينخفض مستوى مياه البحر.

وأكثر بلاد العالم شعورا بالمد والجزر هو الطرف الشمالي الغربي من فرنسا حيث يعمل مد وجزر المحيط الأطلسي على سواحل شبه جزيرة برنتانيا إلى ثلاثين مترا وقد أنشئت هناك محطة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ٤٠٠ ميجا وات. حيث توضع توربينات خاصة في مجرى المد فتدبرها المياه الصاعدة ثم تعود المياه الهابطة وتدبرها مرة أخرى. ومن الأماكن التي يكثر فيها المد والجزر السواحل الشمالية للخليج العربي في منطقة الكويت حيث يصل أعلى مد إلى ارتفاع ١١ مترا ولكن هذه الظاهرة لم تستغل في هذه المناطق لتوليد الطاقة الكهربائية.

٤. محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي Engines Internal Combustion

محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي هي عبارة عن آلات تستخدم الوقود السائل (Fuel Oil) حيث يحترق داخل غرف احتراق بعد مزجها بالهواء بنسب معينة، فتتولد نواتج الاحتراق وهي عبارة عن غازات على ضغط مرتفع تستطيع تحريك المكبس كما في حالة مكينات السديزل أو تستطيع تدوير التوربينات حركة دورانية كما في حالة التوربينات الغازية.

• توليد الكهرباء بواسطة الديزل Diesel Power Station

تستعمل مكينات الديزل في توليد الكهرباء في أماكن كثيرة في دول الخليج وخاصة في المدن الصغيرة والقرى. وهي تمتاز بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف ولكنها تحتاج إلى كمية مرتفعة من الوقود نسبيا

وبالتالي فإن كلفة الطاقة المنتجة منها تتوقف على أسعار الوقود. ومن ناحية أخرى لا يوجد منها وحدت ذات قدرات كبيرة، (٣ ميجا وات فقط). وهذا المولدات سهلة التركيب وتستعمل كثيرة في حالات الطوارئ أو أثناء فترة ندرة استخدام الكهرباء. وفي هذه الحالة يعمل عادة عدد كبير من هذه المولدات بالتوازي لمد احتياجات مراكز الاستهلاك.

• توليد الكهرباء بالتوربينات الغازية Gas Turbine

تعتبر محطات توليد الكهرباء العاملة بالتوربينات الغازية حديثة العهد نسبياً ويعتبر الشرق الأوسط من أكثر المناطق استعمالاً لها. وهي ذات سعات وأحجام مختلفة من ١ ميجا وات إلى ٢٥٠ ميجا وات، تستعمل عادة أثناء ندرة الحمل في البلدان التي يوجد فيها محطات توليد بخارية أو مائية، علماً أن فترة إقلاعها وإيقافها تتراوح بين دقيقتين وعشر دقائق. وفي معظم الشرق الأوسط، وخاصة في المملكة العربية السعودية، تستعمل التوربينات الغازية لتوليد الطاقة طوال اليوم بما فيه فترة الذروة. ونجد اليوم في الأسواق وحدات منتقلة من هذه المولدات لحالات الطوارئ مختلفة الأحجام والقدرات. تمتاز هذه المولدات ببساطتها ورخص ثمنها نسبياً وسرعة تركيبها وسهولة صيانتها وهي لا تحتاج إلى مياه كثيرة للتبريد. كما تمتاز بإمكانية استعمال العديد من أنواع الوقود (البترول الخام النقي - الغاز الطبيعي - الغاز الثقيل وغيرها) وتمتاز كذلك بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف. وأما سعتها فهي ضعف المردود الذي يتراوح بين ١٥ و ٢٥% كما أن عمرها الزمني قصير نسبياً وتستهلك كمية أكبر من الوقود بالمقارنة مع محطات التوليد الحرارية البخارية.

• محطات توليد الكهرباء بواسطة الرياح Wind Power Station

يمكن استغلال الرياح في الأماكن التي تعتبر مجاري دائمة لهذه الرياح في تدوير مراوح كبيرة وعالية لتوليد الطاقة الكهربائية. وعلى سبيل المثال هناك مدن صغيرة في الولايات المتحدة وأوروبا تستمد الطاقة الكهربائية اللازمة للاستهلاك اليومي من محطة توليد كهرباء تعمل بالرياح يبلغ طول شفرة مروحتها ٢٥ متراً. ولا غرو فقد كانت طواحين الهواء المعروفة قديماً في أوروبا نوعاً من استغلال فترة الرياح في تدوير حجر الرحى، وفي هذه الأيام الذي ينتقل إلى الساحل الشرقي لاسكتلندا يرى العديد من هذه المراوح التي تنتج الطاقة الكهربائية وكذلك المنتزه على الشاطئ الشمالي في لبنان يرى هذه المراوح ترفع المياه من البحر إلى الملاحات لإنتاج الملح.

٦. محطات التوليد بالطاقة الشمسية

ما يمكن أن ينتج عنه أعمال تطبيقية أصبحت في التداول التجاري هي استغلال الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية وليضا لتسخين مياه الاستعمال المنزلي وخاصة في التجمعات الطلابية والعمالية.

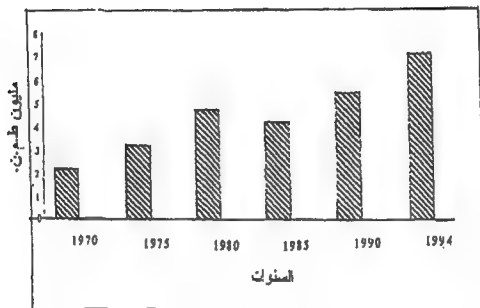
• الطاقة الكهربائية المائية (الكهرومائية)

إن هذا المصدر هو الوحيد بين مصادر الطاقة الحالية من حيث كونه مصدراً متجدداً يمد العالم بجزء مهم من احتياجاته للطاقة حوالي ٥% على شكل كهرباء، إن هذا المصدر مستقل بشكل كبير في الدول الصناعية، وإن كان هناك مجال للزيادة إلا أنه في الدول النامية مستقل بأقل من ١٠% من إمكاناته، وهو مصدر طاقة نظيفة، ذو تكلفة تشغيل منخفضة، وإن كانت كلفته الرأسمالية عالية. يعتمد في توليدها على قوة انبعاث المياه، سواء من مساقط مائية طبيعية، أو اصطناعية عن طريق بناء السدود؛ لذا يرتبط هذا النوع من الطاقة الكهربائية بوجود مجاري مائية تتسم بوفرة تصرفها المائي، وعدم موسمية جريانها، واعتدال درجة حرارتها، وعدم انخفاضها إلى ما تحت الصفر حتى لا تتجمد مياه الأنهار، مما يضمن توليد الكهرباء طول العام، لذلك تختلف الطاقة الكهربائية المائية عن مثيلتها الحرارية في ارتباطها بالأنهار ذات الخصائص السابقة، ويلاحظ أن الطاقة الكهرومائية أقل انتشاراً من مثيلتها الحرارية، لذا لا تساهم بكثير من ثلث كمية الكهرباء المستهلكة في العالم.

• وينتشر استغلال الطاقة الكهرومائية في نوعين رئيسيين من الدول والأقاليم:

١. الدول الجبلية التي ينتشر فيها مناطق جبلية غزيرة الأمطار، مما يهيئ الفرصة لجريان أنهار وفيرة المياه، ذات انحدار شديد يمكن استغلال مساقط المياه في توليد الكهرباء، مثال ذلك شمال إيطاليا واليابان وسويسرا والنرويج.
٢. دول يجري في أراضيها أنهار عظيمة الامتداد، وذات تصريف مائي كبير مما يمكن استغلالها في إقامة سدود في المواقع التي يضيق فيها مجرى النهر. وتتألف المناطق المجاورة للمجرى من صخور نارية صلبة غير مسامية مما يمكنها من تحمل ضغط المياه، وتستغل السدود في توليد الكهرباء كما في مصر (السد العالي)، والسودان، وأوغندا (نهر النيل)، وسوريا (نهر الفرات)، والولايات المتحدة (أنهار تنسي، وكولومبيا، وميسوري) وروسيا (نهر الفولجا) وباكستان (نهر السند). وتختلف أهمية الكهرباء، وبالتالي دورها في مجال الصناعة حسب طبيعة الصناعات.

لا تشكل مساهمة الطاقة الكهربائية من إجمالي الطاقة المستخدمة في العالم العربي لا نسبة ضئيلة. وعلى الرغم من أن إجمالي الاستهلاك منها ارتفع من ٢,٢ مليون طن من عام ١٩٧٠ إلى ٧ مليون طن مكافئ نفط عام ١٩٩٤م إلا أن نسبة مساهمتها انخفضت من ٦% إلى أقل من ٣% خلال تلك الفترة (٧). وتعتمد الكمية المستهلكة من هذا المصدر على العديد من العوامل الطبيعية، لاسيما مدة هطول الأمطار وكميتها ومعدلاتها، بالإضافة إلى مدى توفر الأنهار ومساقط المياه والسدود للقائمة عليها.



شكل (٧) استهلاك الطاقة الكهربائية في الدول العربية من عام ١٩٧٠ إلى عام ١٩٩٤.

ويبين الجدول رقم (١٠) الطاقة الحالية المولدة من هذا المصدر، وتوقعاتها المستقبلية التي يلاحظ منها أنه من المتوقع زيادة طاقة هذا المصدر إلى خمسة أضعاف الطاقة الحالية بحلول ٢٠٢٠م، وستكون الزيادة الأساسية في الدول النامية والشيوعية، وبخاصة الصين، لما لها من إمكانيات مائية غير مستغلة حالياً. أما الدول العربية فإن الطاقة المولدة فيها من هذا المصدر حالياً تبلغ ما يعادل ٧ مليون طن مكافئ نفط، ويمكن مضاعفتها، ونصف الطاقة الحالية في الدول العربية من هذا المصدر متوافر في مصر، وسوريا، والمغرب، وليبنان، والجزائر، والعراق، وتونس، أما بقية الدول العربية فليس فيها مصادر مائية مهمة.

جدول ١٠. الطاقة المولدة والمستقبلية للطاقة المائية (بما يعادل بليون برميل من النفط الخام)

القطر	الطاقة المولدة		توقعات مستقبلية	
	عام ١٩٧٦		١٩٨٥	٢٠٠٠
دول الـ OECD *	٤,٩٠	٥,٨٠	٦,٩٣	١٠,٠٦
دول التخطيط المركزي	٠,٩٣	١,٥٥	٣,٧٢	١١,٢٢
الدول النامية	١,٥٠	٢,٥٤	٥,٧٩	١٥,٢٢
العالم	٧,٢٣	٩,٨٩	١٦,٤٤	٢٦,٥٠

* دول الـ OECD - دول منظمة التعاون الاقتصادي تشمل ٢٤ دولة من بينها أمريكا واليابان وكندا ودول أوروبا الغربية تشكلت عام ١٩٦٠ وقرها باريس.

• الطاقة الحرارية الجوفية (Geothermal Energy)

تعتبر الطاقة الحرارية الأرضية من مصادر الطاقة المتجددة التي استخدمت منذ فترة طويلة من خلال استغلال مياه الينابيع الحارة، فقد استغلّت في إيطاليا عام ١٩٠٤م وفي نيوزيلندا عام ١٩٥٥م. فالأرض خزان حراري ضخم، و الحرارة تزداد مع العمق، ولكن الحرارة المستغلة حالياً، أو التي يمكن استغلالها بالطرق التكنولوجية المتوفرة، وبشكل اقتصادي هي للمياه الحارة المتدفقة بشكل طبيعي، والتي يعتمد استعمالها على درجة حرارتها، فالماء عند درجة حرارة حتى ٦٥°م يستعمل للتسخين، أما المياه التي تصل درجة حرارتها إلى ١٥٠°م أو أكثر فتستعمل لتوليد الكهرباء، ويمكن نقل الطاقة المولدة منها لمسافات قريبة متجاوزة، كما ذكر إن استغلال هذا المصدر قديم نسبياً، ولا يتوقع أن تزداد الطاقة الحرارية الجوفية العالم بطاقة كهربائية تزيد عن ١٠% من الاحتياجات المستقبلية لها. أما بالنسبة للدول العربية فهناك مسح أولي، وتشير النتائج الأولية إلى إمكانية وجود هذا المصدر بشكل مهم في: جيبوتي، الجزائر، اليمن، السعودية، وبشكل أقل في كل من الصومال، الأردن، السودان، مصر، تونس، وتقوم في بعض هذه الدول أبحاث لتطوير هذا المصدر، ولا يحتمل تطويرة في الدول العربية قبل عدة سنوات.

• الطاقة البيولوجية

الطاقة البيولوجية تعتبر مصدراً تقليدياً للطاقة استخدمه الإنسان منذ القدم. وتعتبر الكتلة النباتية ممثلة في الأخشاب ومخلفات نشر الأخشاب وبقايا المحاصيل الزراعية، ونفايات المدن (القمامة) إضافة إلى روث

الحيوانات أهم مصادر هذه الطاقة البيولوجية. أي إن الطاقة البيولوجية تعني تحويل الكائنات العضوية إلى وقود. ولقد بدأ حديثاً تطوير استخدام هذا المصدر بما يتفق والتقنيات الحديثة. إذ تستغل بعض هذه المصادر العضوية في إنتاج غاز الميثان و الإيثانول. كما تستخدم قمامة المدن في توليد الطاقة الكهربائية. نذكر على سبيل المثال المحطة التي أقيمت في جزيرة لونغ بالقرب من مدينة نيويورك، التي تستهلك يومياً ٢٠٠٠ طن من القمامة لتوليد طاقة كهربائية تبلغ حوالي ٤٠ ميغاوات. وتشير الدراسات التقديرية أن الولايات المتحدة الأمريكية تستطيع أن تنتج ما يعادل ٣ مليون برميل من النفط يومياً في الوقت الحالي إذا ما تم تدوير كل القمامة المتوفرة لديها. كما بدأت البرازيل في إنتاج كحول الوقود من الإيثانول المستخرج من مخلفات قصب السكر. وقد بلغ الإنتاج حوالي ١٠ مليار لتر أسهمت بنحو ٦٠% من حاجة البلاد من الجازولين. و قدرت التكلفة بحوالي ٥٥ دولاراً لكل برميل. ورغم أن التكلفة عالية نسبياً إلا أن قيمة ذلك تكمن في تحقيق أمن الطاقة وزيادة الاعتماد على الذات بالإضافة إلى تدوير مخلفات قصب السكر.

وكما هو واضح فإن النوع الأكثر أهمية بين مصادر الطاقة البيولوجية هو ما يجري في بعض الدول من زراعة نباتات لإنتاج الكحول من محصولها، واستعماله كوقود، ويرى البعض أن هذا النوع من الطاقة مكلف؛ لذا يبقى هذا المصدر محدود الإمكانيات، ومحصوراً في بعض المناطق، ولا يوجد في الدول العربية مساح لهذا المصدر، وتشتمل هذه الطاقة بنسب عالية في تونس واليمن ومصر والمغرب.

• الطاقة الشمسية

تعتبر الطاقة الشمسية أكثر مصادر الطاقة المعروفة وفرة، وهي من المصادر القليلة التي تبنى عليها الآمال على أنها مصدر طاقة نظيف غير ناضب، وتحظى بنصيب كبير من الاهتمام في كثير من الأقطار في العالم، سواء الدول الصناعية المتقدمة والدول النامية، ومع ذلك فالاستعمال الأكثر انتشاراً حالياً، هو في تسخين المياه والتدفئة، وتجري البحوث حالياً لاستعمال هذه الطاقة في المستقبل لتحلية المياه، والتبريد، وأخيراً لإنتاج الكهرباء على نطاق واسع، وتشير أغلب التقارير إلى أن هذا المصدر لن يمد العالم قبل نهاية هذا القرن إلا بجزء قليل من احتياجاته، حيث قد يصل إلى ٢% في بعض التقارير. وهي نسبة متدنية جداً لا تتفق وأهمية هذا المصدر المتجدد والمتوفر في معظم مناطق العالم. فالملكة العربية السعودية على سبيل المثال يبلغ حجم الطاقة الشمسية الساقطة عليها كل عام ما يعادل كل مجموع احتياطي العالم من الفحم والنفط والغاز الطبيعي. ومعنى هذا أن الطاقة الشمسية يمكن أن تلعب دوراً مهماً في حل مشكلة الطاقة إذا ما استغلت استغلالاً جيداً. إن هذا المصدر هو من مصادر الطاقة الجديدة، والمتجددة، التي تحظى باهتمام خاص نسبياً في الدول العربية، بل إن بعض الدول العربية تستغل على نطاق تجاري، وإن

كان محدوداً، كما هو الحال في الأردن، تليها تونس ومصر. وقد دخلت دول مجلس التعاون الخليجي مجال استخدام الطاقة الشمسية حيث أقيمت بعض المحطات التجريبية. ففي الكويت أقيمت محطة تجريبية في منطقة الصليبية عام ١٩٨١ لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية. كما افتتح في مايو ١٩٨٥ مشروع إضاءة مدرسة بالطاقة الشمسية بطاقة تبلغ ٢٤ كيلو وات / ساعة . كما أقيمت محطة طاقة شمسية تجريبية بالقرب من الرياض في المملكة العربية السعودية.

• الطاقة من حركة مياه البحار والرياح

حركة الأمواج: وهو مصدر محدود بمواقع جغرافية تصلح لنقل الطاقة وتوزيعها، ويمكن أن يستعمل في تشغيل المحركات.

المد والجزر: هناك إمكانية لاستغلال حركة المد والجزر لإنتاج الكهرباء، ويوجد مصنعان بطاقة ٥٠٠ ألف كيلومتر/ساعة في فرنسا، كما يوجد مصنع تجريبي في روسيا، وهناك كذلك مشاريع في كندا وكوريا الهند. والطاقة التي يمكن استغلالها نظرياً من هذا المصدر وإن كانت لا تزال محدودة وفي طور التجريب، فإن مواصلة الجهود لتطوير تقنية توليد الكهرباء من المد والأمواج، سيوسع من دائرة استخدام هذه الطاقة مستقبلاً بما يحقق الأمن البشري الذي يركز أساساً على تنمية وتطوير الطاقة المتجددة للنظيفة.

الرياح: من أقدم مصادر الطاقة المتجددة على الإطلاق ، كان هذا المصدر يستعمل بشكل واسع في أوروبا من القرن الثاني عشر، حتى الثامن عشر لضخ المياه، وتحريك الآلات، إلى أن استبدل بالبخار والديزل، وهناك محاولات جديدة لبناء محركات هوائية (طواحين هوائية) بحجم أكبر، ويواجه تطوير هذا المصدر صعوبات منها صمود الطواحين الهوائية أمام الرياح والتذبذب في حركتها.

وإذا كانت طاقة الرياح استخدمت في الماضي بشكل مباشر، فإن الجديد في استخدام هذه الطاقة في الوقت الحاضر هو تحويلها إلى طاقة كهربائية مما يجعل استخدام هذه الطاقة مساهماً لنوعية المعدات والآلات المستخدمة حالياً. وإذا كان يؤخذ على هذه الطاقة عدم انتظام سرعة الريح مما يقلل من قيمتها في توفير مصدر طاقة له صفة الاستمرارية، فإن التطور التقني الذي حدث في صناعة المراوح الريحية والتوربينات الملحقة بها لتوليد الكهرباء، قد تمكن من التغلب على هذه المشكلة إلى حد كبير. فقد أصبحت المراوح الريحية قادرة على تحريك وإدارة التوربينات حتى لو كانت سرعة الرياح بطيئة. ومن هذه

التغيرات التي مميت تقنية صناعة المرواح بناء مرواح تشبه مضرب البيض، لها القدرة على تصيد الرياح من جميع الجهات لتوليد الكهرباء. كما تجري الأبحاث لاختراع وتطوير أجهزة أكثر حساسية لمسرعة الرياح مما يعطي كمية طاقة معقولة لأقل سرعة للرياح.

وفي مجال تطوير هذا المصدر المتجدد والنظيف ، فقد وضعت الولايات المتحدة برنامجاً ضخماً للطاقة الريحية. كما تسعى دول أوروبا للتوسع في استخدام الطاقة الكهروريحية. كما وضعت مصر عام ١٩٨٦ خطة لتنفيذ عدد من الطواحين لتوليد الكهرباء واستخدامها في سحب المياه الجوفية والإنارة والتبريد وغيرها.

• الهيدروجين

يعتبر الهيدروجين وقوداً مثالياً، من مزايا الهيدروجين أنه يحتوي على قدر أكبر من الطاقة في وحدة الوزن قياساً مع مصادر الطاقة الأخرى. كما يمكن نقله على شكل غاز أو سائل و بالتالي يسهل تخزينه في خزانات كبيرة لفترة طويلة واستخدمه عند الحاجة. وهو مصدر دائم ومتجدد من حيث إنه يستخرج من الماء، إذ يحتوي كل جزيء من الماء على ذرتين من الهيدروجين . كما أنه مصدر غير ملوث حيث أنه عند الاحتراق يتحد مع الأوكسجين مكوناً بخار الماء. والمشكلة الأساسية التي تواجه تطوير هذا المصدر ضمن التكنولوجيا الحالية، هي صعوبة فصله عن الماء؛ لأن ذلك يحتاج إلى طاقة كبيرة، ويمكن استعمال عدة نظم لفصل الهيدروجين عن الماء بتخليله كهربائياً. و تستخدم في هذه الطريقة كميات طاقة أكثر من المنتجة بالطرق الحرارية الكيميائية، و هي طريقة معقدة، ومكلفة، و تحتاج إلى درجة حرارة تبلغ ٢٠٠٠ م. وقد قامت روسيا في ١٥ إبريل ١٩٨٨ بتجربة استخدام الهيدروجين السائل كوقود لطائرة ذات محرك واحد، وقد نجحت التجربة، ويعتبر هذا النجاح بداية جديدة للتوسع في استخدام هذا البديل النظيف.

٥-٣ علاقة الإنسان بالطاقة

تعتبر مصادر الطاقة من الموارد المهمة التي لا يستطيع الإنسان أن يستغني عنها في مسيرة حياته. ففي الماضي اعتمد الإنسان الصائد للحيوانات البرية الجامع لثمار النباتات على طاقة الشمس (التي تثبتت بواسطة عملية البناء الضوئي في النباتات) وعضلاته كمصدر للطاقة ثم بعد الثورة الزراعية منذ حوالي ١٠,٠٠٠ عام أضاف إلى ذلك طاقة الحيوانات وبعد ذلك طاقة بخار الماء الناتجة من حرق الخشب والتي

استخدامها لرفع المياه الجوفية من الآبار في بداية الثورة الصناعية منذ ما يقرب من ٢٧٥ عاماً. ثم بعد اكتشاف الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز الطبيعي) تحول الإنسان إلى هذه المصادر التي وفرت له الطاقة اللازمة لمعيشتة على الأرض.

من هذه الدراسة المستفزة للطاقة وعلاقتها بالإنسان يتبين لنا أن مشكلة الإنسان مع الطاقة تتمثل أساساً الآن في اعتماده المفرط على مصادر الطاقة غير المتجددة (٩٣%)، وهي مصادر معرضة للنفاذ السريع، إضافة إلى كونها مصادر طاقة ملوثة تحمل الكثير من المخاطر البيئية للإنسان. وإذا كانت أزمة الطاقة التي يواجهها الإنسان اليوم تتمثل في الاعتماد على مصادر طاقة عرضة للنفاذ، فإن معظم الدول النامية في المناطق الجافة وشبه الجافة تعاني من أزمة طاقة ممثلة في نقص الوقود الخشبي أيضاً، ومخاطر الاعتماد على هذا الوقود الخشبي في خلق الكثير من المشكلات البيئية مثل مشكلة جرف التربة، التصحر، وتدهور الدورة الهيدرولوجية وغيرها. كما أثبتت الدراسة أن الطاقة المتجددة، رغم تنوع مصادرها وانتشارها في جميع مناطق العالم، فإنها لم تستغل بعد على نطاق كبير لحل مشكلة الإنسان مع الطاقة، حيث إنها تسهم بنحو ١٠% فقط.

ومن ثم فإن حل المشكلة يكمن في النقاط التالية:

١. ترشيد الاستهلاك بالنسبة لمصادر الوقود الحفري، وتحجيم استخدام الطاقة النووية لما لها من سلبيات بيئية بالغة الخطورة.
٢. التوعية بضرورة ترشيد استخدام الطاقة والمحافظة عليها.
٣. توجيه استثمارات الطاقة نحو تنمية وتطوير البدائل المتجددة والنظيفة لتشكل أساس بنية الطاقة العالمية خلال القرن الحالي لحل مشكلة الضغط المتزايد غير المرغوب فيه على مصادر الطاقة غير المتجددة من ناحية، وتخلص من مخاطر التلوث الناتجة عن التوسع في استخدام هذه الطاقة غير المتجددة الملوثة للبيئة من ناحية أخرى.
٤. على مستوى الدول النامية التي تعاني من أزمة طاقة في الوقود الخشبي، يجب الانقسام بإقامة مزارع أخشاب من حول المدن والقرى لتزويد السكان بحاجاتهم من الوقود حتى نقتلص الضغط الشديد على الغطاء الشجري بما يجنبنا المردودات البيئية للخطيرة الناتجة عن تدهور هذا الغطاء، مع ضرورة أن تكون إنتاجية هذه المزارع مواكبة ومتوازنة مع معدلات استهلاك الوقود الخشبي.
٥. تطوير تقنيات استخدام مصادر الطاقة البديلة في الدول النامية (طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحيوية) ليستسي لهذه الدول استخدام هذه الطاقة بدرجة أكبر، وكفاءة أفضل.

الفصل الرابع

الموارد الطبيعية والأمن البيئي

يقع العالم العربي في أكبر حزام للصحاري في العالم وتمثل الأراضي الجافة معظم مساحة البلاد العربية، ولذلك فيلزم علينا أن نحتدي بأجدادنا العرب من البدو الرحل والطماء على حد سواء الذين فهموا الصحراء فهما كاملا وتعرفوا على كيفية التعايش مع بيئتهم والتعامل معها. ومن أهم بنود المعرفة في هذا المجال هو التعرف على كيفية تكوين الصحراء وتاريخ تطورها على مدى العصور حتى وصلت إلى بيئتها الحالية. هذه المعرفة لازمة كأساس لتنمية موارد الصحراء تنمية صحيحة. ولقلة الأمطار فأراضيها كلها إما جافة أو شبه جافة وعلينا أن نتعامل معها على أسس علمية صحيحة حتى لا تضر بها نشاطات الإنسان. أحد الأشياء التي يجب التعرف عليها هو الدروس المستفادة من خبرة الآخرين في بلاد جافة أخرى، ومعرفة مشكلات التصحر وأبعادها البيئية ودراسة مفهوم تنمية وتطوير الصحراء في السواحل العربي. وسوف نتعرض في هذا الصدد لمشاكل واستغلال البيئة حيث كان استغلال الإنسان لموارد الأرض على مدار العصور متماثيا مع مدى فهمه لهذه الموارد ومقدرته على استغلالها للوفاء بمتطلباته. وبرغم التقدم العلمي المذهل وتطور طرق دراسة الموارد الطبيعية على الكرة الأرضية واستغلالها وتقنيات استخدامها المتعددة فإن الإنسان لا يستخدم في حياته إلا القليل من هذه الموارد، الأمر الذي يحتم على المتخصصين في مجال البيئة الاهتمام بهذه الموارد لدعم التنمية.

٤-١ ماهية الموارد الطبيعية

- قد يتساءل المرء ما الموارد الطبيعية؟ وما أنواعها؟
- وهل هي دائمة متجددة أم ناضبة؟
- وهل هناك بدائل لهذه المصادر الطبيعية أم لا؟

فيما يتعلق بالموارد الطبيعية واستغلالها فإن الموارد تنقسم إلى موارد غير قابلة للنضوب كالهواء والطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمد والجزر فهي متجددة باستمرار وهناك موارد أخرى متجددة كالماء

والغابات والأحياء الحيوانية مثلاً لكن كثرة وسوء استخدامها يعرضها للنقصان والتلوث. أما الموارد القابلة للنضوب كالفحم الحجري والبتروول والغاز الطبيعي والمعادن فإنها لا تتجدد في حال استنزافها، ولو أن الفحم والبتروول والغاز من الممكن تكونها ولكن عبر فترة زمنية طويلة تستغرق مئات الملايين من السنين. لذا تُعرف الموارد الطبيعية علي أنها جميع الثروات الطبيعية البيئية، وتشمل الموارد الحية نباتية وحيوانية (وهي موارد متجددة)، و الموارد غير الحية وتشمل المعادن بأنواعها، والفحم، والنفط، والغاز والمياه، وهي هبة من الخالق عز وجل لعباده.

وتقسم الموارد الأرضية الطبيعية إلى قسمين رئيسين:

أولاً : بحسب عمرها:

١. مصادر ثروة ببنية دائمة: مثل الشمس، والهواء، والماء وهذه المصادر لا ينضب لها معين.
٢. مصادر ثروة ببنية متجددة: أو علي استمرار لا نهائي مثل الثروات للنباتية والحيوانية.
٣. مصادر ثروة ببنية متجددة في بطء شديد: مثال ذلك للثروات المعدنية والفحم والنفط، ويفضل تسميتها بغير المتجددة لأن هذه الثروات تكونت عبر ملايين من السنين، وليس من سبيل إلى إعادة تكوينها أبداً.

ثانياً: بحسب أماكن وجودها

وذلك لأن الموارد تختلف من حيث وفرتها وندرتها من مكان إلى آخر، وتقسم إلى:

١. **موارد موجودة في كل مكان:** توجد بعض الموارد بوفرة في أي مكان. فمادة الأكسجين في الهواء توجد في كل مكان، وبالمثل المياه المطلوبة للنبات متوفرة في الأقاليم الاستوائية، والرمال توجد بوفرة في جميع الصحاري، وهكذا.
٢. **موارد موجودة في أماكن عديدة:** توجد بعض الموارد بوفرة في معظم أقاليم العالم إلا أن قيمتها تختلف من إقليم إلى آخر تبعاً لمدى وفرتها أو ندرتها. وبذلك يتحدد ثمنها طبقاً لقوانين العرض والطلب، فتحتوي معظم أقاليم العالم أراضي صالحة للزراعة، إلا أنها تختلف من ناحيتي درجة جودتها ووفرتها، ويتحدد قيمة وحدة الأرض نتيجة لقوانين العرض والطلب.

٣. موارد موجودة في أماكن محدودة: توجد بعض الموارد وعلي الأخص الكثير من المعادن في قليل من المناطق، لأن التكوينات التي تحويها لا توجد إلا في أقاليم قليلة. فنجد أن إنتاج معدن القصدير في العالم ينحصر في أقاليم محدودة، وأهم دول إنتاجه هي ماليزيا ٤٣% ، وبوليفيا ٢٧% وتايلاند ١٣%، أما بقية دول العالم فلا تنتج إلا ١٨% فقط.

٤. موارد موجودة أو مركزة في مكان واحد: حيث أن بعض المعادن يتركز إنتاجها في مكان واحد، أو أن معظم الإنتاج العالمي مصدره إقليم معين، فمعظم إنتاج النيكل كان مصدره سبيري بولاية أونتاريو بكندا في عام ١٩٣٨م على سبيل المثال.

التربة Soil

١-١-٤

من المؤكد أن كل واحد منا يدرك أهمية الماء والهواء لحياته ولحياة جميع الكائنات الحية، ولكن القليل منا يدرك أهمية التربة خاصة للطبقة السطحية منها. للتربة هي مصدر العناصر الغذائية الموجودة في الأطعمة التي ننتولها كما أنها مصدر العناصر الموجودة في الورق والخشب والقطن وفي كثير من الموارد الهامة الأخرى. وبالإضافة إلى هذا تساعد التربة على تنقية المياه التي نشربها كما أنها تقوم باختزان الماء ثم تسمح بترسبه بالتدرج بكميات تكفي حاجة النباتات. وتحتوي التربة على البكتيريا المحللة التي تقوم بتحليل المواد العضوية وبالتالي تساعد على دوران العناصر الكيميائية الهامة التي نحتاجها ونحتاجها الكائنات الحية الأخرى. وبالرغم من أهمية التربة فقد تعامل الإنسان معها ومنذ بداية عصر الزراعة بأسلوب خاطئ خاصة في السنوات الأخيرة.

١. مكونات التربة وطبقاتها: تتكون التربة من خليط من المواد غير العضوية والمواد العضوية

المتحللة والماء والهواء وبلايين الكائنات الحية الدقيقة.

٢. ملمس ومسامية التربة: تختلف أنواع التربة عن بعضها البعض في محتواها من الطين والطيني والرمال والحصى. وتحدد نسبة تولد هذه الحبيبات المختلفة الأحجام لملمس التربة الذي يدل بدوره على مساميتها. وتسمى التربة التي تحتوي على خليط من الرمال والطين والطيني والسدبال بالتربة الضخفية. وتعتبر هذه التربة أفضل أنواع الترب لنمو معظم المحاصيل لأنها تحتفظ بكمية كبيرة من الماء الذي تستطيع الجذور امتصاصه.

٣. حامضية التربة: تحدد درجة حموضة التربة أنواع المحاصيل التي يمكن أن تزرع بها، حيث إن المحاصيل يختلف بعضها عن بعض في درجة تحملها للحموضة.

٤. تآكل التربة: لا تبقى حبيبات التربة في مكان ثابت لفترات طويلة من الزمن فهي تتحرك باستمرار من مكان إلى آخر. ويعرف هذا التحرك بتآكل التربة. وتعتبر تيارات المياه المتدفقة على سطح الأرض بوجه خاص بالإضافة إلى تيارات الهواء هما القوتان الأساسيتان اللتان تسببان تآكل التربة. وبالرغم من أن هذين العاملين يعتبران من العوامل الطبيعية، إلا أن جذور النباتات تقوم بحماية التربة من تأثيرهما. بالتالي فإن النشاطات البشرية التي تؤدي إلى إزالة الغطاء النباتي من على سطح التربة، مثل قطع أشجار الغابات والبناء على الأراضي الزراعية، تؤدي إلى زيادة معدل تآكل التربة. ويؤدي التآكل المستمر والمتزايد لطبقات التربة السطحية بدوره إلى الإقلال من خصوبة التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء. بالإضافة إلى هذا تعتبر الرواسب الناتجة عن تآكل التربة من ملوثات المياه، وهي تؤدي بدورها إلى انسداد قنوات الري والممرات الملاحية والخزانات والبحيرات. ويمكن اعتبار التربة السطحية من المصادر الطبيعية بطيئة التجدد حيث إن الزمن اللازم لترسيب ٢,٥ سم من التربة في المناطق المدارية أو المعتدلة يتراوح بين ٢٠٠-١٠٠٠ عام، ويعتمد هذا على المناخ وعلى نوع التربة.

٥. حماية التربة: يقصد بحماية التربة الآتي:

- التقليل من تآكل التربة
- منع تسرب العناصر الغذائية منها
- استرداد ما فقد من هذه العناصر الغذائية بسبب التآكل أو غسل التربة أو كثرة زراعة المحاصيل.

وتعتمد معظم الطرق المستخدمة لحماية التربة من التآكل على الإبقاء على التربة مغطاة بالنباتات.

٦. مشاكل التربة:

- زيادة الملوحة: إن معظم مياه الري تحتوي على أملاح ذائبة وبالتالي فإنه في البلدان ذات المناخ الجاف الحار تتبخر معظم مياه الري وتترك الأملاح الذائبة فيها مثل كلوريد الصوديوم في التربة السطحية. ويؤدي لزيادة محتوى الأملاح في التربة إلى عرقلة نمو المحاصيل وخفض

الإنتاجية وبسبب في النهاية في قتل المحاصيل مما يجعل التربة غير صالحة للزراعة. ويقتدر أن زيادة الملوحة تقلل من إنتاجية ٢٥% من الأراضي التي تروى في العالم.

- التشبع بالماء: وهي مشكلة مصاحبة لزيادة ملوحة الأرض في الأماكن الجافة. والسبب في ذلك يرجع إلى أن المزارعين يقومون بري الأرض بكميات كبيرة من الماء وذلك لغسل التربة من الأملاح المتركة بها، فإذا لم يتم صرف هذه المياه فإنها تتسرب إلى باطن الأرض ويرتفع مستواها تدريجيا حتى تصل المياه المالحة إلى جذور النباتات وتقتلها. وعلى مستوى العالم تعاني ١٠% من الأراضي التي يتم ريها من التشبع بالمياه.

- تلوث التربة بالمخلفات الضارة: سوف يتم مناقشته بتوسع في مكان آخر.

المصادر المعدنية Mineral Resources

٢-١-٤

إن استهلاك المعادن خلال القرن الحالي أصبح كبيرا جدا بحيث لا يمكن للسحورات المعدنية الطبيعية تمويض هذه الكميات المفقودة بالسرعة التي تفقد بها. ويمكن إيضاح هذه الحقيقة بواسطة المعادلة التالية:

كمية المعادن المتوفرة

معامل بقاء المعادن =

كثافة السكان x استهلاك الفرد من المعادن

وهذا معناه أن زيادة استهلاك المعادن بواسطة الناس ولأغراض مختلفة يقلل من معامل بقاء هذه المعادن على سطح الأرض. ومن بين المعادن التي أصبحت مهددة بالنضوب خلال القرون القادمة هي: الزنك، القصدير، الرصاص، النحاس، اليورانيوم، البترول، والفحم الحجري. وهناك من يعتقد أن نضوب كثير من هذه المعادن سوف يعوض بواسطة الطاقة النووية، ولكن هناك حقيقة هامة يجب أن نذكرها وهي أن كثيرا من هذه المعادن يدخل ضمن البناء الأساسي لكثير من الكائنات الحية، ولأن انخفاض كميات هذه المعادن أو نضوبها من الطبيعة سوف يؤدي إلى إخلال في بناء هذه الكائنات، ولا يمكن للطاقة النووية تعويض ذلك بأي شكل من الأشكال.

يسمى كوكبنا بالكوكب المائي حيث تغطي المياه حوالي ٧١% من سطحه. ويساعد هذا الغلاف المائي في الحفاظ على مناخ الأرض وعلى تخفيف الملوثات بالإضافة إلى أهميته للكائنات الحية نفسها. ويمثل الماء العذب نسبة قليلة من مياه الأرض. ولهذا الماء أهمية خاصة للزراعة والصناعة والنقل ولكثير من النشاطات البشرية. وبالرغم من أهمية الماء كمصدر من المصادر الطبيعية، فإن تنظيم استغلاله لم يحظ بالاهتمام الكافي مثل غيره من المصادر الطبيعية الأخرى، فنحن نهدره ونلوثه.

مصادر المياه العذبة

١-٣-١-٤

إن جزءاً ضئيلاً من الكم الهائل من المياه الموجودة على سطح الأرض يوجد على هيئة ماء عذب. هذا الجزء يمثل حوالي ٣% فقط من كمية المياه الموجودة على سطح الأرض. ويوجد ٩٩% من المياه العذبة على شكل ثلوج في المناطق القطبية أو على هيئة مياه جوفية عميقة لا يمكن الوصول إليها إلا بتكلفة عالية. ويمثل الماء المتوفر بسهولة في الأنهار وبحيرات المياه العذبة والمياه الجوفية القريبة من السطح وبخار الماء الموجود في الجو حوالي ٠,٠٠٣% من حجم المياه الكلي على سطح الأرض. وإذا تصورنا أن كمية المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية عبارة عن ١٠٠ لتر من الماء فإن الماء العذب المتاح للاستخدام يمثل حوالي نصف ملعقة شاي. ويتم تفتية الماء العذب باستمرار عن طريق دورة الماء في الكون. وتعطينا هذه الدورة ماء نقياً طالما أننا لا نلوثه بالمواد بطيئة التحلل، أو أننا لا نسحب من المياه الجوفية التي تتجدد ببطء كميات أكبر مما يمكن تعويضه. ومما يدعو للأسف أننا نقوم بكل النشاطات الخاطئة التي تؤثر في دوران الماء في الكون.

وتأتي للمياه العذبة التي نستخدمها في حياتنا من مصدرين أساسيين هما:

- المياه السطحية: ونعني بها مياه الأمطار التي لا ترشح إلى جوف الأرض أو تعود إلى الجو عن طريق البحر أو النتح، أي أنها المياه الموجودة في البحيرات العذبة والأنهار والأراضي الرطبة، أو المياه المخزنة بواسطة الإنسان.

- المياه الجوفية: وهو الماء المترشح من الأمطار الذي يملأ الفراغات والشقوق الموجودة في التربة والصخور المكونة لقشرة الأرض. وتسمى المنطقة الموجودة تحت سطح الأرض التي تمتلئ فيها

التربة والصخور بالماء بمنطقة التشبع ويسمى الماء الموجود بهذه الشقوق بالماء الجوفي. أما السطح العلوي لمنطقة التشبع فيسمى بمستوى الماء الأرضي. وتقدر كمية المياه الجوفية بأربعين ضعف المياه الموجودة في جميع الأنهار والجداول والبحيرات في العالم. ومع هذا فإن هذه المياه الجوفية لا تتوزع توزيعاً متساوياً ولا يمكن إلا استغلال جزء صغير منها استغلالاً اقتصادياً وتجدر الإشارة إلى أن استخراج المياه الجوفية العميقة بمعدل أسرع من معدل إعادة تجديدها بواسطة دورة الماء يستهلك هذا المصدر من مصادر المياه.

وتعتمد قدرة التراكيب الأرضية في تخزين الماء على مساميتها ونفاذيتها، والمسامية هي مقبول لحجم الثقوب والفراغات بالنسبة لحجم للتربة أو الصخور. أما النفاذية فهي معدل تحرك الماء والهواء من طبقات التربة العليا إلى طبقات التربة السفلى أو خلال الثقوب الموجودة في الصخور. وتسمى طبقات الرمال والحصى والصخور المشبعة بالماء والموجودة تحت سطح الأرض والتي يمكن أن تعطينا كميات كبيرة من الماء بمخازن الماء الأرضي. ومعظم مخازن الماء الأرضي يعاد ملؤها طبيعياً عن طريق الأمطار التي تتسرب إلى باطن الأرض خلال التربة والصخور. وتسمى أي منطقة من الأرض تسمح للماء بالمرور خلالها إلى مخازن المياه الجوفية بمنطقة إعادة الامتلاء. وتحرك المياه الجوفية من مناطق إعادة الامتلاء إلى مخازن الماء الأرضي ثم إلى مناطق للتفريغ. هذه الحركة هي جزء من دورة الماء في الكون. وقد تكون مناطق التفريغ على هيئة آبار أو عيون أو بحيرات أو جداول مياه أو محيطات. وفي العادة تتحرك المياه الجوفية من المناطق ذات الارتفاعات والضغط العالي إلى المناطق ذات الارتفاعات والضغط المنخفضة. هذه الحركة بطيئة تبلغ في أحسن الأحوال حوالي متراً كل عام. وفي أحوال نادرة تبلغ حوالي ٠,٣ متراً في اليوم. وعلى هذا فإن معظم مخازن المياه الأرضية تكون ما يشبه البحيرات الجوفية الضخمة بطيئة الحركة. وعندما يتعدى معدل سحب المياه من مخازنها الأرضية المعدل الطبيعي لإعادة الامتلاء، ينخفض مستوى المياه الجوفية حول البئر الذي تسحب منه ويلشأ عن هذا منطقة مخروطية خالية من المياه تسمى مخروط الانخفاض. وعند تسرب أية ملوثات في المنطقة التي تقع فوق مخروط الانخفاض فإنها ترشح مباشرة إلى البئر وقد يكون لها تأثير غير مرغوب فيه على نوعية المياه التي تسحب من هذا البئر. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هناك بعض مخازن المياه الجوفية تسمى المخازن الحفرية، وهي غالباً ما توجد على أعماق كبيرة من سطح الأرض. هذه المخازن يعاد ملؤها بمعدل بطيء وبالتالي فهي مصادر غير متجددة على المدى الزماني القصير.

- هناك مقياسان للاستخدام البشري للمياه هما: السحب والاستهلاك، سحب الماء هو تعبير يدل على أخذ المياه من مصادرها السطحية أو الجوفية ونقلها إلى أماكن الاستخدام، أما استهلاك المياه فهو تعبير يدل على عدم إرجاع الماء إلى المصدر الذي سحب منه حتى يمكن استخدامه ثانية في هذه المنطقة. وعادة ما يحدث استهلاك الماء نتيجة لتبخره إلى الجو.

- ومنذ الخمسينيات من هذا القرن ازداد سحب الماء على مستوى العالم ثلاث مرات ونصفا. ويعود هذا بدرجة كبيرة إلى ازدياد عدد السكان واتساع الأنشطة الزراعية والصناعية. وفي العقدين اللذين سوف يتضاعف استهلاك الماء مرتين على الأقل حتى يولج الاحتياجات الغذائية والاحتياجات الأخرى لسكان العالم الذين يتزايدون بسرعة فائقة.

مشاكل المصادر المائية

٤-١-٣-٣

- قلة الماء (أو الجفاف): يؤدي الجفاف إلى أضرار اقتصادية وبشرية على مستوى العالم تفوق ما تؤدي إليه أية أخطار طبيعية أخرى. وهناك على الأقل ثمانون دولة - يسكن فيها ما يقرب من ٤٠% من سكان العالم - تعاني من دورات الجفاف التي قد تستمر عدة سنوات. ومن المناطق المحتمل أن تعاني من نقص متزايد في الماء شمال أفريقيا وبعض مناطق الهند وشمال الصين وكثير من بلدان الشرق الأوسط والمكسيك وأجزاء من غرب الولايات المتحدة الأمريكية وبولندا. والسبب في الجفاف يعود إلى قلة الأمطار أو ارتفاع درجات الحرارة عن المعتاد أو كليهما. ويزيد من تأثير الجفاف الازدياد السريع في عدد السكان، كما يزيد من تأثيره سوءا محاولة إعاشة عدد كبير من الأفراد وقطعان الماشية والأغنام في مناطق تعاني منه فترات طويلة من الجفاف. ويزيد من تأثير الجفاف أيضا التغيرات المناخية المحلية والإقليمية التي تحدث نتيجة لفقد الشديد للغطاء الأخضر الناتج عن قطع أشجار الغابات والرعي الجائر.

- كثرة المياه (أو الفيضانات): تتمتع بعض البلدان بوفرة في الأمطار التي تسقط في فصل واحد من فصول العام، ففي الهند مثلا يسقط ٩٠% من الأمطار بين شهري يوليو وسبتمبر مما يمكن أن يتسبب في حدوث الفيضانات وما يستتبعها من تشبع للتربة بالمياه واستنزاف أملاحها وإزالة طبقاتها السطحية وجرف المحاصيل الموجودة بها بعيدا. ويمكن أن يتسبب الطول المستمر للأمطار في فيضان الأنهار

والبحيرات وإغراق الأراضي المحيطة بها. وتعتبر الفيضانات مثلها مثل الجفاف كوارث طبيعية. ولقد أدى النشاط البشري إلى ارتفاع ضحايا الفيضانات وارتفاع خسائرها. لقد أدت الزراعة الكثيفة للأرض وقطع الغابات والرعي الجائر والتعدين إلى إزالة التربة والتربة التي تتسرب المياه. ولقد تسارعت التوسع العمراني أيضا في ازدياد الفيضانات لأنه يستبدل الغطاء النباتي بالطرق السريعة ومواقف السيارات والمراكز التجارية والمباني والمساكن وهي تؤدي جميعها إلى الانسياب السريع لمياه الأمطار.

- بعد مصادر المياه: في بعض البلدان تبعد الأنهار الكبيرة التي تحمل المياه عن المراكز الزراعية والسكنية، فعلى سبيل المثال تذهب ٦٠% من مياه الأمطار السطحية في منطقة نهر الأمازون - وهو أطول أنهار العالم - إلى مناطق بعيدة عن مناطق التجمعات السكانية.
- تلوث مياه الشرب: تزداد ملوثات الماء بسبب الزيادة السريعة في عدد السكان في العالم وأيضا بسبب الفقر والتصنيع. وطبقا لإحصائيات منظمة الصحة العالمية، يوجد حوالي ١,٥ بليون شخص لا يتوفر لهم مصدر آمن لمياه الشرب، كما يموت على الأقل خمسة ملايين شخص كل عام معظمهم من الأطفال تحت سن خمس سنوات، بسبب الأمراض التي تنقلها المياه الملوثة.

الغابات والمراعي

٤-١-٤

إن حوالي ١١% من مساحة الأرض اليابسة على سطح الكرة الأرضية (باستثناء المناطق القطبية) تعتبر صالحة للزراعة، وتعاني النسبة الباقية من مساحة الأرض من مشكلات مختلفة كالجفاف، وقلة العناصر الغذائية، وارتفاع كمية العناصر السامة، وضخالة عمق للتربة، وارتفاع نسبة الماء في التربة، ووجود أملاح في التربة ومياه الري. وتقدر مساحة الأرض المنتجة للمحاصيل بحوالي ١٤ مليون كم^٢. وللأسف الشديد فقد استغل في السنوات الأخيرة كثير من الأراضي الصالحة للزراعة في عملية توسع المدن، فأقيمت عليها المنشآت المختلفة، ويحتد أن حوالي ٣٠٠٠ كم^٢ من الأرض لزراعية الجيدة في الدول المتطورة يتم تحويلها سنويا إلى مناطق سكنية أو صناعية. كانت الغابات تغطي جزءا كبيرا من سطح الأرض قبل اندلاع الثورة الخضراء الحديثة وتطور وسائل الزراعة. لقد أزيل كثير من الغابات في أوروبا وأمريكا الشمالية والجنوبية، وحولت لغابات إلى مزارع، وأحياء سكنية، وغير ذلك ونحن نعلم بأن الغابات هي المصدر الوحيد للأخشاب في العالم. إن زراعة الغابات لأغراض تجارية يعتمد أساسا على زراعة نوع واحد من الأشجار في مناطق مختلفة وخلال فترات محددة وذلك لضمان سهولة قطع هذه الأشجار واستمرار عملية البيع. ومن الواضح أن عملية زراعة الأشجار لأغراض تجارية لا تنفي في نمو

النظام البيئي بأي شكل من الأشكال. صحيح أن عملية زراعة الأشجار يصبحها نمو لأنواع كثيرة من الكائنات الحية، ولكن حصاد هذه الأشجار بعد فترة محددة سوف يؤدي إلى القضاء على هذه الكائنات الحية المتنوعة وبشكل سريع ومفاجئ. إن من أول قواعد حماية المراعي معرفة إنتاجية المراعي من الأعشاب سنويا ومعرفة كمية العشب الذي يمكن أن تأكله الماشية من هذا المرعى دون أن تؤدي إلى قتل النباتات. وينصح دائما بتقسيم المرعى إلى أجزاء عديدة تفصلها حواجز، ويسمح للماشية برعي جزء معين من المرعى ولفترة من الزمن. بعد ذلك تنقل الماشية إلى جزء آخر يتميز بغزارة الأعشاب ويترك الجزء الأول ليستعيد نشاطه ولونه من جديد.

ومن الطرق الأخرى التي تساعد على زيادة الإنتاج وبقاء المرعى بشكل جيد طريقة حرق المرعى وخاصة عند تكس طبقة سمكية من الأعشاب القديمة الجافة على الأرض والتي إذا تركت لوقت طويل سوف تؤدي إلى نمو أنواع مختلفة من الفطريات والبكتيريا والحشرات، كذلك يساعد حرق الأرض على زيادة الإنتاج النباتي، غير أن هذه الطريقة باهظة التكاليف وخاصة إذا كانت مساحة المرعى شاسعة. ومن المشكلات الهامة التي تتعرض لها المراعي بسبب الرعي المكثف (الجائر) هو تآكل التربة، وانجرافها، وظهور أنواع جديدة من النباتات الضارة والسامة والاشوكية، إضافة إلى ظهور الفئران والحشرات. كذلك فإن زيادة عدد الماشية فوق رقعة صغيرة من المرعى قد يؤدي إلى زيادة تماسك التربة، وبالتالي يؤدي ذلك إلى انخفاض الإنتاج النباتي. وتكثر المراعي الطبيعية في المناطق كثيرة الأمطار من العالم، ويتميز الوطن العربي بمراعي ذات إنتاجية قليلة، وتوجد أهم المراعي المربية فوق الجبال العالية والوديان والمنخفضات الصحراوية والسهول الساحلية.

الحيوان

٤-١-٥

فيما يلي بعض الأمثلة من الحيوانات وكيف تتأقلم وتتواءم مع ظروف البيئة. وتلعب الدهون المخزنة في جسم بعض الحيوانات دورا هاما في حياة هذه الحيوانات تحت ظروف الصحراء، فهذه الحيوانات تستفيد من الماء الناتج عن أكسدة هذه الدهون.

الجمال

إن القدرة الفائقة للجمال للجمل على تحمل ظروف الصحراء معروفة لدينا جميعا، ولذا سمي بسفينية الصحراء. ويلعب الجمال دورا هاما في حياة البدو في الصحراء، فعلاوة على كونه وسيلة للنقل فإن الناقة تدر حوالي ١٠ لترات من الحليب يوميا، وينتج الجمال ويرا للتصبيح (حوالي ٣ كجم). وقد تبين

أن طرز النشاط الفسيولوجي للجمل لا تختلف عنها في كثير من اللبائن إلا من حيث الكم. إن الحرارة الشديدة في الصحراء تزيد من حرارة جسم الجمل، ويضاف إلى هذه الحرارة الأتية من الجو تلك الحرارة الناتجة عن عمليات التحول الغذائي في جسم الجمل. وكما هو الحال في كل الحيوانات التي تتعرض لمناخ حار، فإن الطريقة الوحيدة للجمل أن يتخلص من هذه الحرارة إذا ما زادت عن حرارة جسمه بواسطة تبخير الماء من جسمه، ونظرا لكبر حجم الجمل فإنه لا مهرب له من هذه الحرارة في الصحراء وعليه أن يفقد الماء الكثير حتى يخفض من حرارة جسمه إلى الدرجة العادية له. ونظرا لنقص الماء وندرته فعليه أن يقوم بذلك بطريقة اقتصادية. ويجب أن ندرك أن للجمل لا يختزن الماء في سنامه، إلا أنه إذا سحقت له فرصة وجود الماء فإنه يشرب كميات كبيرة تعوض ما فقده من ماء. كما يجب أن نعلم أن للجمل إذا حرم من الماء لوقت طويل فقد وزنه بمعدل يعتمد على المحتوى المائي لغذائه وعلى الظروف المناخية. ويستطيع الجمل أن يتحمل نقص الماء بدرجة كبيرة، فقد يفقد ربع وزنه دون أثر بالغ الضرر، ورغم هذا لفقد فإنه يحتفظ بحجم دمه ومحتواه المائي ثابتا. وهناك عامل هام يساعد الجمل على ظروف الصحراء، هو أن المدى الحراري لجسم الجمل قد يزيد عن ٦ درجات مئوية ولذلك فإن الارتفاع البطيء في حرارة جسم الجمل في اليوم الحار نتيجة لكبر حجمه، وتعمل الجمل لارتفاع درجة حرارة جسمه قبل أن يبدأ في خفض الماء لتخفيض الحرارة، كل هذا يحفظ جزءا كبيرا من الماء في جسم الحيوان. علاوة على أن تحمل لارتفاع حرارة الجسم إلى حد ما يقلل الفرق بين حرارة الجسم وحرارة الجو، وهذا يقلل التبخر، فإن اختزان الحرارة في النهار وفقداء في الليل من جسم الجمل يقلل حاجة الجمل إلى فقد الماء لخفض درجة حرارة جسمه، بالإضافة إلى أن وبر الجمل يمثل عازلا يحجز أثر الحرارة على جسمه. وكذلك تساعد طبيعة الكليتين في الجمل على الحفاظ على الماء وتركيز البول، كما أن براز هذا الحيوان وغيره من الحيوانات في الصحراء يكاد يكون خاليا من الماء.

- الماعز والأغنام

للماعز المقدرة على اختزان الحرارة في النهار وفقداء في الليل، وفي ذلك توفير الماء الذي يلزم للتبخير لخفض درجة حرارة جسم الحيوان في النهار، كما أن لكليتهما نفس الصفات التي في الجمل. أما في بعض الأغنام فإن تركيز الدهون في النول الدهني يرتبط بموسمية المطر، ففي الفصل الماطر تزداد الدهون وتختزن للاستفادة بها في موسم الجفاف. وعندما لا يتوفر الماء ولا الغذاء الأخضر ربما يستخلص الحيوان بعض الماء الناتج من كمسدة دهن زيله.

- الغزلان

تميش الغزلان قريبا من مصادر المياه، ولكنها إذا افترقتة تستطيع إلى حد ما الاعتماد على مسا في غذائها الأخضر من ماء.

- الحيوانات آكلة اللحوم

ومنهما الذئاب والثعالب ولتقطط البرية، وهي حيوانات تلجأ في النهار إلى الكهوف والأماكن المحمية، وتخرج في الليل بحثا عن فريستها. وبذلك فهي لا تحتاج لتخزين ماء من جسمها بدرجة كبيرة لعدم تعرضها لحرارة النهار، علاوة على أنها تحصل على قدر كبير من الماء من جسم فريستها. وبعضها يلجأ للبار ومصادر المياه المختلفة. وتستطيع كلية هذه الحيوانات إخراج فضلات التحول الغذائي البروتينية في بول شديد التركيز.

- القوارض

يعيش العديد من القوارض في الصحراء، والطريف أن وجود بعض القوارض في بيئات معينة يرتبط بنوعية النباتات التي تنمو في تلك البيئة. فبعض القوارض يعيش في البيئات الملحية، وتعتمد هذه القوارض في غذائها على النباتات الملحية المعصيرية ذات المحتوى العالي المرنقع. وهناك من القوارض ما يعيش تحت سطح الأرض في أنفاق متشعبة، وتتغذى هذه القوارض على أوصال ودرنات النباتات المعطوبة في الأرض. وهذه الحيوانات الصغيرة من الغرغان والجرايح تحتاج لكمية كبيرة من الماء لتخزينه حتى يتحكم الحيوان في درجة حرارة جسمه تحت الظروف القلمسية في الصيف. وقد تصل هذه للكمية إلى ١٥% من وزن القار، مع أن الجمل يحتاج لفقد ١% فقط من وزنه لنفس الغرض. وبذلك يكون التخزين يفرض التبريد غير معقول في القوارض الصغيرة الحجم. فمن أين يأتي الحيوان بكل هذا الماء وهو لا يكاد يشرب؟ بل إن بعض القوارض مثل الجربوع لا يشرب الماء مطلقا ويستطيع أن يعيش دونه، ولذلك فإن القوارض توائم نفسها مع البيئة بطرق كثيرة، فتلجأ القوارض إلى حفر الخنادق والأنفاق تحت سطح الأرض حيث تنخفض الحرارة وتزيد نسبة الرطوبة، وتتخذ هذه الحيوانات من الخنادق والحفر مساكن وملجئ تأوي إليها عندما يشتد الحر وتلتجئ إلى الرمال، وبهذا يتفادى الحيوان مشكلة الحرارة في نهار الصيف الحار. وقد وجد في بعض الأسماك الصحراوية في الصيف أن حرارة الهواء ٣٨ درجة والرطوبة النسبية فيها ١٧%، وكانت حرارة سطح التربة تحت هذه الظروف ٦٣ درجة. وفي الوقت ذاته كانت حرارة الهواء في أحد الأنفاق الصحراوية ٣٧ درجة مع رطوبة نسبية قدرها ٦٠%. وبذلك تحتمي القوارض في هذه الأنفاق خلال

فترة الظهيرة. أما في الليل، فإن الحرارة تنخفض وكذلك الرطوبة النسبية مما يساعد الحيوان على الانطلاق خارج الأنفاق والجحور بحثاً عن غذائه، دون تعرض لحرارة مرتفعة أو رطوبة منخفضة. بالإضافة إلى ذلك، فإنه خلال عملية الهضم والتفريغ الكيميائية المختلفة التي تحدث داخل الجسم يتكون الماء كمادة زائدة عن احتياج الجسم فبدلاً من طردها إلى الخارج يستغلها الحيوان لنفسه، ولعل هذا التفسير يسهل علينا فهم كيف أن براز هذه الحيوانات يكاد يكون خالياً من الماء دائماً، وكيف أن بولها مركز جداً، وقد يصل تركيز الأملاح فيه ثلاثة أضعاف تركيزها في ماء البحر.

- الطيور

تعتمد الطيور على بذور النباتات بينما يعتمد البعض الآخر على المفصليات والقواقع والكاكنات الصغيرة. وملازمة الطيور للبيئة الصحراوية غالباً يتم خلال ملوك الطيور ونسرفاتها. فكثير من الطيور تلجأ إلى الشجيرات لتختبئ فيها أثناء النهار. وقد لوحظت علاقات اجتماعية بين أنواع معينة من الطيور وأنواع معينة من الشجيرات الثنائية. كما تختبئ بعض الطيور في ظل صخور الأودية. بالإضافة إلى ذلك، فإن طيرين الطيور في الجو يبعدها عن أثر الحرارة المنعكسة من التربة في الصيف، وبذلك تكون في جو أقل حرارة. ولريش الطيور دور هام في حفظها من أثر الحرارة. وحرارة جسم الطيور أكثر من حرارة جسم الثدييات، وترتفع عن الأخيرة حوالي ٢ - ٤ درجات مئوية. وهذا يقلل حاجة الطائر لفقد ماء لتلطيف حرارة جسمه كما يحدث في الثدييات. وإذا ظمئت الطيور فإنها تطير بحثاً عن الماء في بئر أو عين، حتى إذا وجدته شربت وارتوت، أما صغار الطيور غير القادرة على الطيران فإنها تحصل على الماء بطريقة طريفة. فالآباء والأمهات تذهب إلى حيث يوجد الماء، وتبل ريشها وخاصة الذي يغطي الصدر، وله من الصفات ما يعينه على حمل قدر من الماء، فإذا رجعت إلى أوكارها أخذ الصغار الريش المبلل في منقيرها وامتصت منه الماء، أما الطيور التي تعتمد على القواقع والحيوانات الصغيرة في غذائها فإنها تحصل على قدر لا بأس به من الماء مع غذائها.

- الزواحف

يقطن البيئة الصحراوية العديد من الزواحف، فمنها السحالي والأبرص والضب والورل والثعابين وغيرها. وثعابين الصحاري منها السام وغير السام. وللزواحف القدرة على تنظيم فترات نشاطها اليومي والموسمي على نحو تتقاضى به درجات الحرارة القاسية، وذلك بأن تبقى في جحورها أثناء الليل أو في فترة الصباح أو فترة المساء، وربما يعدل الحيوان مواعيد نشاطه في الفصول المختلفة.

ويقال عن نوع من الأبراص الصحراوية أنها تخرج من جحورها في أوائل الصيف حوالي الساعة التاسعة صباحاً، وتبقى نشطة حتى قبيل الظهر، ثم تعود إلى جحورها، ثم تخرج ثانياً إلى سطح الأرض حوالي الساعة الخامسة بعد الظهر لتستأنف نشاطها. أما في منتصف الصيف، فهي تخرج من جحورها في الصباح المبكر حوالي الساعة السادسة صباحاً، وتعود إليه بعد فترة وجيزة ولا تخرج منه ثانياً طالما كانت درجات الحرارة مرتفعة.

وتستفيد بعض الزواحف من ظل الشجيرات الصحراوية فيبقى في حمايته ما بقيت الحرارة مرتفعة، حتى إذا لطف الجو - عندما يقترب المساء - بدلت نشاطها بحثاً عن الغذاء. ويتغير مظهر الحياة الحيوانية من فصل إلى آخر، فتكون بعض الزواحف والأفاعي في حالة بيوت شتوي، عندما تنخفض درجة الحرارة. كما أنه يوجد نوع آخر من البيات يحدث في الصيف عندما ترتفع درجة الحرارة وتنخفض الرطوبة في الجو، ويدعى بالكمون الصيفي. وتتغذى معظم الزواحف الصغيرة بقدر من الماء في غذائها، أما تلك التي تعتمد على النباتات مثل الضب فإنها تعتمد على النباتات العصيرية مرتفعة المحتوى المائي.

وهناك ظاهرة تلمحها بوضوح في زواحف الصحراء، بل وفي غيرها من الحيوانات في البيئة الصحراوية وتبين منها أثر البيئة في الحيوان، تلك الظاهرة هي المماثلة أو المحاكاة، أي مشابهة الحيوان للوسط الذي يعيش فيه في الشكل واللون. فزرى مثلاً كثيراً من الأفاعي والمحالي تضرب في لونها إلى الصفرة مشابهة في ذلك لون رمال الصحاري الصفراء، وأوضح مثل لذلك هو الحرياء التي تتلون بألوان مختلفة حسب لون النباتات والبيئة التي تعيش فيها، وفي هذا حماية للحيوان من أعدائه.

- المفصليات

يعيش في الصحراء عديد من أنواع العنكبوت والعقارب والخنائس وعديدات الأرجل والحشرات، وبعض هذه الكائنات لا يظهر إلا في الليل مثل العنكبوت وعديدات الأرجل والعقارب، أما في النهار فإنها تختبئ تحت الأحجار، وربما تعمقت في الأرض أكثر. والحشرات أغلفة تحمي جسمها من فقدان الماء عند ارتفاع الحرارة، كما تستطيع العنكبوت الاستفادة من بخار الماء الموجود في الجو.

- الفواقع الصحراوية

تعيش الفواقع في كثير من البقاع الصحراوية، وأحياناً تغطي النباتات فكأنها زهور بيضاء، وتحتسب هذه الفواقع بأصداقها الصلبة، وتمتد أقدامها الرخوة عند الظروف الملائمة.

تعتبر عملية المحافظة على المصادر الطبيعية من بين أهم الأمور التي تشغل علماء البيئة، ويعتقد كثيرون أن عملية المحافظة على هذه المصادر يمكن أن تتم بواسطة الاقتصاد في استهلاك الخامات الطبيعية، وذلك من أجل أن تستفيد منها الأجيال القادمة من البشر. والواقع أن عملية المحافظة على المصادر الطبيعية تعني من الناحية العلمية الحقيقة " التخطيط الطمي لهلية التطور، وعلى مستويات مختلفة، وعدم الإخلال بالأنظمة البيئية الطبيعية". ولتوضيح ذلك نذكر بعض الأمثلة:

إن الخامات المعدنية الموجودة في قشرة الأرض وباطنها محدودة، وتجديدها يحتاج إلى ملايين السنين، وإن صح هذا التعبير فإن كمية البترول المخزونة في باطن الأرض مثلاً معرضة للتضروب في وقت قريب إذا استمرت عملية استغلالها بالسرعة التي هي عليه هذه الأيام، وهناك أدلة عديدة على ذلك، فقد نفذ البترول من حقول عديدة في الولايات المتحدة الأمريكية وفي بعض الدول الأخرى في السنين الأخيرة.

إن إصدار القوانين التي تحد من صيد الأسماك في الأنهار العربية مثل دجلة والفرات والنيل خلال فصل معين من السنة ما هو إلا إجراء المقصود منه حماية الأسماك، وتركها تتكاثر بحرية خلال موسم التكاثر، وذلك من أجل زيادة الثروة السمكية في هذه الأنهار لبقية فصول السنة. كذلك فإن منع الصيادين من قتل الغزلان الصحراوية من أجل التسلية إجراء حكيم يهدف إلى حماية هذه الحيوانات من الانقراض. إن عملية الصيد المستمر في شبه الجزيرة العربية أدت بغزال المها والنعامات أن تصل إلى حالة يصعب فيها العثور على هذه الحيوانات حرة طليقة في هذه الصحراء. إن التطور السريع الذي نشاهده هذه الأيام في المجالات الزراعية والصناعية وغير ذلك أدى في كثير من الأحيان إلى الإخلال بالأنظمة البيئية الطبيعية، وذلك بتغير أعداد الحيوانات والنباتات وأنواعها وتغير العناصر الطبيعية المكونة للأرض والماء. إن عملية المحافظة على المصادر الطبيعية ليست عملية سهلة، ولكن يمكن تدراك العديد من المشكلات البيئية باتخاذ القواعد الثلاث التالية:

١. بقاء العمليات البيئية الطبيعية واستمرارها.
٢. بقاء الأنواع المختلفة من الكائنات الحية في الطبيعة واستمرارها.
٣. ترشيد استهلاك الكائنات الحية والخامات الطبيعية.

١. التقسيم على أساس المكونات الحية وغير الحية

تقسم النظم البيئية من ناحية توفر المكونات الحية وغير الحية إلى قسمين:

أ. نظام بيئي طبيعي (متكامل):

ويشار له أحيانا بالنظام البيئي المفتوح، وهو الذي يحتوي على جميع المكونات الأساسية الأولية

المذكورة سابقا (الحية وغير الحية) مثل الغابة والمستنق والنهر والبحيرة.

مثال: تعتبر برك المياه مثلا سهلا يوضح مكونات النظام البيئي الطبيعي.

ب. نظام بيئي غير متكامل:

ويشار له أحيانا بالنظام البيئي المغلق وهو الذي يفتقر إلى واحد أو أكثر من المكونات الأساسية.

مثال: تعتبر الأعماق المسحية مثلا لنظام بيئي غير متكامل من حيث إنه يفتقر إلى الكائنات الحية

المنتجة بسبب الظلام الدامس. فتعيش أكلات القمامة والكائنات المحللة على ما يسقط من مواد

عضوية ونباتية وحيوانية ميتة من الطبقات العليا للمحيط، وقد توجد أيضا كائنات مفترسة للتغذي

على أكلات القمامة. ومن هنا يعتمد النظام البيئي على الإنتاج الخارجي، أي التماسك من

المستويات الأعلى. وقد تتواجد قلة من البكتيريا ذات البناء الكيميائي لكنها لا تستطيع أن تنتج

كمية فعالة من المادة العضوية. وتوجد حالة شبيهة في الكهوف حيث يمنع الظلام الدامس من نمو

النباتات الخضراء، وهنا أيضا توجد قلة من البكتيريا ذات البناء الكيميائي ولكنها لا تنتج كمية

محصوسة من المادة العضوية. وقد يدخل إلى الكهف كمية من الغذاء المنتج خارجيا عن طريق

تسرب المياه. وعمليا لا بد لجميع الحيوانات التي تسكن الكهوف مبارحة الكهف بحثا عن الغذاء

كما تعمل الخفافيش والأرانب والقوارض وبعض الكائنات المفترسة.

٢. التقسيم حسب مصدر الطاقة

تقسم النظم البيئية من ناحية مصدر الطاقة المحركة للنظم البيئي إلى ثلاثة أقسام هي:

أ. نظام بيئي طبيعي: يدار بالطاقة الشمسية مثل المحيطات المفتوحة والغابات.

ب. نظام بيئي بشري: يدور بالطاقة الشمسية حيث يقوم الإنسان تبعاً لمصلحته المعيشية باستبدال النباتات الطبيعية ببعض المحاصيل الزراعية ويضيف إليها مواد جديدة كالأسمدة والمبيدات الحشرية ومن أمثلتها البساتين والحقول الزراعية، وهذا النوع يساهم في تلوث البيئة والإضرار بعناصرها الحيوية وغير الحيوية.

ت. نظم بيئي صناعي: يدور بطاقة الوقود، حيث تعتمد طاقة هذا النظام على مصدر غير الشمس كالكهرباء والوقود وغيرها. ومن أمثلته المدن ومجمعات المصانع الكبرى، وهذا النوع هو الذي أدى إلى تلوث البيئة بشكل مباشر.

وفيما يلي الفرق بين النظام البيئي الطبيعي والأنظمة البيئية الأخرى:

١. تعد الشمس مصدر الطاقة في النظام البيئي الطبيعي وهو مصدر لا ينضب ولا يسبب أي نوع من التلوث. في حين يستمد النظام البيئي البشري طاقته من مصادر تسبب التلوث وتؤدي إلى استنزاف مصادر الثروة الطبيعية مثل الفحم الحجري والبتترول.

٢. تتوفر الحلقة المحللة في النظام البيئي الطبيعي التي تقوم بتفكيك جميع مخلفات النظام البيئي في حين لا تتوفر هذه الحلقة غالباً في النظام البيئي البشري. كما يتميز النظام البشري بتوفر كمية هائلة من المواد السامة المضرّة بالبيئة مثل المبيدات والفضلات المختلفة فكثير منها غير قابل للتحلل.

٣. يشمل النظام البيئي البشري على عدد من النظم الفرعية وهي النظم الاجتماعية والسياسية والثقافية والتكنولوجية والاقتصادية، وهذه النظم تعمل على زيادة الإنتاج وتوفير رفاهية العيش للإنسان.

٤-٤ مكونات النظام البيئي *Components of Ecosystem*

النظام البيئي هو عبارة عن وحدة تنظيمية في حيز معين تحتوي على عناصر حية وأخرى غير حية، تتفاعل مع بعضها وتؤدي إلى تبادل للمواد بين عناصرها الحية وغير الحية. لذا فالنظام البيئي بما يشمل من جماعات ومجتمعات ومواطن بيئية مختلفة، يعني بصورة عامة التفاعل الديناميكي لجميع أجزاء البيئة مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية. ويمثل الموطن البيئي

Habitat وحدة النظام البيئي حيث يمثل الملجأ أو المكنن للكائن الحي ويشمل جميع معالم البيئة من معالم فيزيائية وكيميائية وحيوية.

١. المكونات (العوامل) غير الحية: *Abiotic Components (Non-living Part)*

تشتمل المكونات البيئية غير الحية على ما يلي:

أ. المواد غير العضوية مثل الكربون والأكسجين والنيتروجين والفوسفور وباقى العناصر الطبيعية.

ب. المواد العضوية مثل البروتينات والكربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأحماض النووية.

ت. عناصر المناخ كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء الخ.

ث. عناصر فيزيائية كالجاذبية والإشعاع.

٢. المكونات (العوامل) الحية: *Biotic Components*

تشمل المكونات الحية جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي المعنى بالدراسة من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة، وتقسّم إلى:

أ. المنتجات *Producers*

تحتاج هذه الكائنات إلى الماء وثنائي أكسيد الكربون (CO_2) والأملاح المعدنية ومصدر للطاقة وبعض المعادن لكي تبقى حية، وتختلف هذه الكائنات عن الكائنات الأخرى في أنها تقوم بتحويل المركبات غير العضوية ذات الطاقة المنخفضة إلى مركبات عضوية ذات طاقة مرتفعة (كالمركبات) في البلاستيدات الخضراء بواسطة الكلوروفيل، لذا فهي تسمى بالكائنات ذاتية التغذية *Autotrophs*. وتعد جميع النباتات الخضراء بما في ذلك الطحالب الدقيقة والمرئية كائنات منتجة ذاتية التغذية) لأنها تمارس عملية البناء الضوئي.

كما أن بعض أنواع من البكتيريا تعد كائنات منتجة من حيث إنها قد تمارس البناء الضوئي

Photosynthetic bacteria أو البناء الكيميائي *Chemosynthetic bacteria*.

ب. المستهلكات *Consumers*

وهي التي تستعمل المواد العضوية المنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة وبذلك تعتبر غير ذاتية التغذية *Heterotrophs* لأنها غير قادرة على إنتاج

مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية. وتشمل الحيوانات والفطريات وبعض الطلائعيات ومعظم البكتيريا. وتصنف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدرها الغذائي إلى:

١. آكلات الأعشاب *Herbivores*

كائنات حية مستهلكة تتغذى على النباتات، كالماشى وأنواع من القوارض والفزلان والطيور آكلة البذور والحشرات، وهناك بعض الكائنات المائية التي تتغذى على الهولم النباتية (الطحالب) وجميعها تعتبر مستهلكات أولى.

٢. آكلات اللحوم *Carnivores*

كائنات حية مستهلكة تتغذى على اللحوم ويختلف مستوى الغذاء لآكلات اللحوم، فقد يمد مستهلكا ثانيا أو ثالثا حسب دوره الغذائي في سلسلة الغذاء. فمثلا يتغذى العقرب المائي (مستهلك ثاني) على القشريات وقد يؤكل من قبل ضفدع، وهذا قد يؤكل من قبل سمكة صغيرة تؤكل من قبل سمكة كبيرة وأخيرا يتغذى العقاب (مستهلك سانس) على هذه السمكة.

٣. آكلات الأعشاب واللحوم *Omnivores*

كائنات حية مستهلكة تتغذى على النبات والحيوان معا، وهي بذلك يمكنها أن تكون مستهلكات أولى وثانية وثالثة في نفس الوقت، ومنها الإنسان. فالإنسان الذي يأكل الخضار يسمى مستهلكا أولا والذي يأكل لحوم المستهلكات الأولى يعتبر مستهلكا ثانيا، وقد يكون مستهلكا ثالثا عندما يتغذى على لحوم مستهلكات ثانية كالأسماك، وكذلك الحال بالنسبة للعديد من الكائنات الحية. والطيوليات التي تنتمي إلى المستهلكات تعد كائنات متخصصة غير ذاتية التغذية تتطفل على الكائنات الأخرى في غذائها. وبالنسبة إلى تنقل الطاقة عبر النظام البيئي تتخذ الطيوليات النباتية نفس المستوى الغذائي لآكلات الأعشاب وتتخذ الطيوليات الحيوانية نفس المستوى الغذائي لآكلات اللحوم. أما الحيوانات الكمامة أو آكلة القمامة والجبنة *Scavengers* مثل النسور والضباع فهي تمثل دور آكلة اللحوم لكنها تتغذى على الحيوانات الميتة.

ت. المحللات *Decomposers*

وهذه الكائنات لا يمكن اعتبارها ذاتية التغذية حيث إنها لا تصنع غذاءها من مواد غير عضوية، ولا يمكن أيضا أن نعتبرها كائنات مستهلكة حيث إنها لا تتناول طعاما جاهزا بل إنها تقوم بتحليل

الكائنات الحية بعد انتهاء عملية التحلل الذاتي *Autolysis* (التي تحدث داخل الكائن الحي بعد الموت مباشرة) وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها. وتشمل المحللات البكتيريا والفطريات التي تتمتع ما تحتاج إليه من مواد عضوية محللة عن طريق غشائها الخلوي مباشرة.

وتصنف المحللات إلى ثلاثة أنواع حسب متطلباتها من الأوكسجين:

١. الكائنات الدقيقة الهوائية *Aerobes*

وتحتاج هذه الكائنات المحللة إلى الأوكسجين الكافي لاستمرار حياتها ونشاطها. وعملية التحلل الهوائي تشبه عملية التنفس داخل الخلايا الحية إذ تتحلل المادة العضوية إلى CO_2 والماء وهي أيضا عكس تفاعل التمثيل الضوئي من حيث المتطلبات والمنتجات النهائية للتفاعل. لذا يعرف التحلل الهوائي أحيانا بتنفس النظام البيئي.

٢. الكائنات الدقيقة اللاهوائية *Anaerobes*

وتحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها وسطا لا يتوفر فيه الأوكسجين مثل بكتيريا الميثان التي تحلل المواد العضوية والكربونات إلى غاز الميثان عند عدم وجود الأوكسجين.

٣. الكائنات الدقيقة الاختيارية *Facultative anaerobes*

وهي تلك التي تستطيع أن تكيف نفسها حسب الوسط الذي تعيش فيه، فإذا توفر الأوكسجين كانت هوائية وإذا لم يتوفر أصبحت لا هوائية مثل بكتيريا التربة *Aerobacter*.

توازن النظام البيئي *Ecosystem homeostasis*

إن اتزان مجموعة الأنظمة البيئية الموجودة على سطح الكرة الأرضية أمر ضروري لاستمرارية الحياة. واتزان النظام البيئي معناه التوازن في مجمل الدورات الغذائية الأساسية والمسالك المتداخلة للطاقة داخل نظام بيئي ما. وهذا يتطلب أن تكون جميع نواحي عمل النظام البيئي في اتزان، ولذا لابد أن يكون هناك توازن بين الإنتاج والاستهلاك والتحلل داخل النظام البيئي. وإذا أخذنا مفهوم الاتزان على مستوى النظام البيئي فإننا نبحث في مخلالات بيئية *Inputs* تأتي من الوسط المحيط

كالطاقة الشمسية و CO_2 والأوكسجين والماء والعناصر الغذائية، ومخرجات بيئية *Outputs* تطرح في الوسط المحيط وتشمل الأوكسجين و CO_2 والماء وعناصر غذائية وطاقة حرارية مفقودة من عملية التنفس، وحتى يتحقق الاتزان يجب أن يتوفر شرط التبادل في معدل دخول المدخلات وخروج المخرجات، ويتحقق الاتزان في عمليات التنظيم لدخل المجتمعات النباتية والحيوانية عن طريق التغذية الراجعة *Feedback Mechanism* والتنظيم الذاتي *Self Regulation*.

هناك اتزان في النظام البيئي للمائي، وعلى سبيل المثال تؤدي الزيادة في درجة حرارة الماء في فصل الربيع والتي تزيد من معدل النشاط الأيضي في النباتات والحيوانات المائية إلى زيادة في تركيز CO_2 ونقص في O_2 ولزيادة نسبة CO_2 ودرجة حرارة الماء يزيد من سرعة البناء الضوئي، مما يؤدي إلى استهلاك CO_2 وإنتاج O_2 ، وهكذا يميل CO_2 ، O_2 إلى العودة إلى الحدود المناسبة. أما إذا انحدرت درجة الحرارة وانحدر معدل النشاط الأيضي واستهلك كل ما هو متوفر من CO_2 الذائب في الماء عندئذ يتحدد نمو النبات حتى يضيف التحلل مزيداً من CO_2 للذائب في الماء وهذا بعد ذاته يعتبر اتزاناً في النظام الحيوي.

ويستطيع النظام البيئي الاستجابة للتغيرات البيئية عن طريق الجماعات السكانية التي تشكل النظام البيئي (العوامل الحية). ويتم ذلك عن طريق تعديل فسيولوجية أو سلوك هذه الكائنات بما يتناسب مع الوضع الجديد. وتختلف الجماعات في معدل استجابتها للظروف البيئية، فهناك بعض الجماعات التي تستجيب بسرعة للظروف البيئية كتوفر الغذاء مثلاً وتتأثر بشدة بالظروف البيئية السلبية كالجفاف، ومن الأمثلة على هذه الجماعات النباتات الحولية والحشرات والفئران. ومن جهة أخرى هناك جماعات تكون أقل استجابة للتغيرات، فلا تتأثر معدلات الولادة أو الوفيات أو الهجرة بشكل حاد، ومن الأمثلة على هذه الجماعات الأشجار الكبيرة والحيوانات الكبيرة. وللنظام القدرة الذاتية على البقاء *Persistence* تحت ضغط التغيرات المحيطة، وهنا قد يمارس للنظام البيئي دوره بطريقتين لتحقيق العودة إلى الاتزان الطبيعي:

١. المرونة البيئية *Ecological Resilience*

وهي القدرة على امتصاص التخير ومن ثم البقاء وبالتالي العودة إلى الوضع الطبيعي عند تحسن الظروف. ومن هذا المفهوم نستنتج أن تأرجح الجماعات السكانية تحت تأثير تغير معين لا يعني أن النظام البيئي قد انكسر بل إن أمامه فرصة لاسترداد عافيته إذا كانت الأفراد التي يتألف منها النظام البيئي متكيفة ومرنة.

ومن المعلوم بأنه لأي ظاهرة بيئية يوجد العديد من الطروحات والزاويا المختلفة لتفسيرها، ولعل مسألة الاتزان البيئي تحتل الحيز الأكبر من النقاش وإرساء الفرضيات من قبل العلماء والمداورس البيئية المختلفة لتحليل هذه الظاهرة. فخرى أن مجموعة من العلماء تقول إن أهم نقطة يرتكز عليها اتزان النظام البيئي هي السرعة في العودة إلى نقطة الأصل (الحالة العادية) بعد التعرض لمؤثر معين، وبناء على هذه الفرضية فإن المراعي مثلا هي أكثر اتزانا من الغابات، فقط لمجرد أن المراعي والأعشاب تستطيع أن تعود إلى ما كانت عليه بعد التعرض لحريق مثلا بسرعة أكبر من النظام البيئي الغابي. أي أن مرونتها أكبر من مرونة الغابات وهكذا. ويمتاز النظام السريع المرونة بقدرة التزاوج والتناسل بكثرة بحيث يتم إكثار العدد في زمن قصير وتعويض النقص في الجماعة السكانية، وبالتالي للبقاء رغما عن الظروف البيئية.

٢. المقاومة البيئية *Ecological Resistance*

وهي قدرة النظام البيئي على مقاومة التغير بأقل ضرر ممكن، وتنتج المقاومة من مكونات النظام البيئي نفسه. وعادة ما يمتاز النظام البيئي المقاوم بقدرة حيوية عالية وبطاقة مخزنة تساعد على البقاء فيستطيع نظام الغابات مثلا أن يقاوم درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة وكذلك الجفاف وانتشار الحشرات، وذلك لتمكن هذا النظام من استخدام الطاقة المخزنة في أنسجته لاسترداد عافيته. وعلى سبيل المثال فإن حالة التجمد التي تحدث في أول الربيع يمكن أن تقضي على الأوراق حديثة النمو إلا أنه يمكن للأشجار أن تورق من جديد بعد زوال المؤثر. ولكن لنفرض أن هذه الأشجار تعرضت لحريق ضخم أو قطع جائل كثيف فسوف لا يظهر هذا النظام مرونة كافية وتكون عملية العودة للوضع الطبيعي بطيئة جدا ويوصف هذا للنظام بأنه مقاوم قليل المرونة.

ويوجد اتجاه آخر من قبل المدرسة الأساسية البيئية لبحث ظاهرة الاتزان عن طريق دراسة مكونات النظام البيئي والسلسلة الغذائية، حيث يبرز علماء البيئة هنا سلبية اختفاء النوع أو الأنواع من السلسلة الغذائية والتي تعتبر على حد رأيهم من العوامل التي تدفع بنظام متزن إلى حالة عدم الاتزان. ووجهة النظر هنا أن للنظام البيئي المتزن هو النظام الذي تكون مكوناته الحياتية (بشكل خاص) متكاملة إلى أقصى حد، وأن اختفاء أو انقراض أو هجرة الأنواع نتيجة للملوثات أو للتسدي على مساحات الطبيعة بسبب العمران والصناعة هو من مسببات اختلال التوازن البيئي. حيث إن لكل نوع وظائفه المختلفة في السلسلة البيئية عدا دوره في عملية نقل الطاقة من مستوى إلى آخر، فانقراض النوع أو الأنواع يحدث فجوة (فراغا) في البيئة من شأنها أن تعطل مسار الطاقة الطبيعية. وبفقدان

الطاقة أو تستهتأ يعتبر العلماء أن النظام غير متكامل وبالتالي غير متزن. ولعل هؤلاء العلماء هم الأوائل الذين أرموا فكرة إعادة توطين الأنواع في بيئتها الطبيعية حتى تسمير الطاقة وتتدفق بشكل طبيعي ويعود للنظام البيئي إلى لآزانه الطبيعي.

ولطه من المهم استخلاص الملحوظتين التاليتين حول آتزان الأنظمة البيئية:

١. أن معظم الأنظمة البيئية تتصف إما بالمرونة وإما بالمقاومة ونادرا ما تتصف بالموزنتين معا، وعادة ما يكون النظام البيئي المقاوم قليل المرونة والنظام المرن قليل المقاومة.
٢. أن النظم البيئية لها القدرة على أن تؤدي قدرا معينا من التنظيم الذاتي ضمن قدرة احتمالية، ولكن إذا حدث تجاوز لهذه الحدود فلن يعود في مقدورها أن تؤدي وظيفتها، وعندئذ قد تعاني من مختلف أنماط التغير والتضرر والاضمحلال. وعلى سبيل المثال فإن استمرارية تدفق المياه الملوثة في البحيرات العذبة يؤدي إلى ازدياد نمو الطحالب، وازدهار العوالق الحيوانية، ومن ثم يسود تحلل مطرد يسؤدي لإنتاج مواد سامة واستنزاف الأوكسجين ومن ثم موت الأسماك والحيوانات المائية.

وكما أشرنا سابقا فإن آتزان النظام البيئي يرتبط بالاستجابات التكيفية *Adaptation* للأفراد فسي الجماعات تحت تأثير التغيرات وتكون الاستجابة بالتغير في السلوك أو الفسيولوجية أو الشكل الخارجي. وتختلف قدرة الكائنات الحية على التكيف، وفي جميع الأحوال فإن الكائنات الأكثر هي التي تساهم بشكل أكبر في مستقبل الأجيال لنظام بيئي محدد بحيث تعطي زرية كبيرة مقاومة، ويعرف هذا باللياقة *Fitness* ويكون التغير في للنظام البيئي بازدياد أو نقص اللياقة عند الأفراد، وهذا للتفاوت في للقدرة على الإنتاج بين الأفراد يعرف بالانتخاب الطبيعي *Natural Selection* ، ومع زيادة للتكيفات فسي الأفراد عبر الأزمان تظهر ظاهرة التطور في النظام البيئي *Evolution*. ومن هنا فإن آتزان النظام البيئي يأتي من تطور عناصره مع الزمن بحيث تزداد القوة والخبرة لدى أفراد النظام الحياتي في مقاومة للتغيرات البيئية.

تطور النظام البيئي (التعاقب *Succession*)

إن التغير في العوامل الفيزيائية أو الحية في منطقة ما يسبب تغيرا في المجتمعات الحية والذي يعرف بالتعاقب، وهو تطور منظم في الأنظمة البيئية يتسبب عن نشوء مجتمع حيوي بدلا من مجتمع حيوي سابق

في نفس المكان. ويمكن ملاحظة التطور في النظام البيئي في بحيرة حديثة للتكوين حيث تمر بالمراسل
للآتية:

١. تتكون الخضرة داخل البحيرة نتيجة لانتشار الطحالب فيها.
٢. تستوطن جماعات القشريات والرخويات والحشرات المائية وبعض الديدان.
٣. تلحق بها جماعات من البرمائيات والأسماك.

لذا تتغير البحيرة تدريجيا مع تراكم المواد العضوية في القاع وبراء المياه بالمواد الغذائية. ونتجه
الأنظمة البيئية بشكل طبيعي نحو تكوين مجتمعات مستقرة تحتوي على أكبر كمية من المادة الحية.
وتعرف المراحل التطورية بالأطوار التسلسلية *Serial Stages* ويعرف المجتمع الأخير والأكثر
استقراراً بمجتمع الذروة *Climax*. وتمتاز الأطوار المبكرة بإنتاجية عالية وتنوع قليل في النباتات
والحيوانات كما تكون أقل استقراراً من الذروة وأكثر عرضة للتغير البيئي المفاجئ.

العلاقة بين تركيب وثبات النظم البيئية

هناك مبدأ في علم البيئة يقول إنه كلما زاد غنى المجتمع بالمواد غير الحية (الماء والمواد المغذية)
وكما تعقدت سلاسل انتقال الطاقة، أي كان هناك العديد من المجموعات النباتية والحيوانية المستهلكة
والمحللة عد كل مستوى من مستويات انتقال الطاقة، أدى هذا التعقيد إلى ثبات النظام البيئي وهو ما
يعرف بـ :

" Complexity leads to stability " ، وسبب ذلك أنه في النظم البيئية التي تحتوي على العديد

من الأنواع الحية عد كل مستوى من المستويات الغذائية فإنه إذا تعرضت المجموعات الحيوية المكونة
للنظام البيئي إلى إجهادات بيئية كبيرة، مثل الجفاف أو الحرارة العالية أو الملوحة أو نقص في المواد
الغذائية، وأنت هذه الإجهادات إلى زوال قسم من المجموعات من النظام البيئي فإنه من الممكن أن يستمر
النظام البيئي نتيجة لوجود العديد من المجموعات المنتجة والمستهلكة فيه، بينما إذا احتوى النظام البيئي
على عدد قليل من المجموعات الحية عد كل مستوى من المستويات الغذائية وتأثرت هذه المجموعات
بالإجهادات البيئية فإن الكائنات المنتجة والتي هي أساس استمرار النظام البيئي سوف تتأثر ويقل عددها
وبالتالي تتأثر بقية الكائنات المستهلكة في المجتمع ويؤدي ذلك بالنتيجة إلى تخريب النظام البيئي.

تتميز النظم البيئية الصحراوية بأنها أقل تعقيداً في تركيبها الحيوي عن غيرها من النظم البيئية
الأخرى مثل الغابات، وتكون للسلاسل الغذائية فيها بسيطة ولا تحتوي على العديد من المستويات

المتداخلة، ولذلك فإن هذه المجتمعات تكون حساسة للإجهادات البيئية الخارجية ومن السهل تحطيمها حتى بدون تدخل الإنسان. أما إذا أضيف الإجهاد الكبير الذي يسببه الإنسان في تلك النظم مثل الرعي الجائر من قبل المواشي والاستعمالات للأزادة لتلك النباتات فإنها سوف تزول بسرعة كبيرة. ومن هنا تأتي أهمية فهمنا لتلك النظم وتركيبها والكائنات الحية الموجودة بها وطبيعة التداخلات بين بعضها والبعض وبينها وبين عوامل الوسط المحيط وذلك من أجل إيجاد الطرق الملائمة للمحافظة عليها ومن أجل تمتعها.

٤-٥ المحافظة على النظم البيئية من التدهور

- أسباب تدهور المصادر الوراثية النباتية في العالم وفي الوطن العربي

إن تدهور المناطق البيئية الطبيعية المختلفة وتطور الزراعات الحديثة المعتمدة أساساً على الانتخاب وبرامج التربية والتهجين والاستغلال الجائر للغابات وكذلك استغلال الحيوانات المكثف أدى كل ذلك إلى ندرة المساحات الصالحة للزراعة، وانتشار الصحاري (لتصحّر) مما أدى إلى تهديد المصادر الوراثية النباتية والحيوانية. وكان لزاماً على المهتمين بالزراعة والبيئة والتنوع الحيوي أن يتنبهوا لتلك المشكلة للتعامل على مشكلة الانجراف الوراثي وتدهور الحياة النباتية البرية والحيوانية والحفاظ على تنوع ونسب المورثات الموجودة من أجل المستقبل. إن عملية الانجراف الوراثي (*Genetic Drift*) وتدهور المصادر الوراثية النباتية يعتبر عملية مستمرة في معظم بلدان العالم وأسبابه كثيرة منها:

- إحلال أماكن وجود النباتات البرية بأنصاف المحاصيل الغذائية والخضراوات والنباتات عالية الإنتاج المحسنة عن طريق التربية لحل مشكلة نقص الغذاء مما أدى إلى فقد نسبة كبيرة من تلك الأصول الوراثية.

- الرعي الجائر (*Over-grazing*) للرعي الطبيعي وزيادة عدد الحيوانات والحملات الرعوية وفقدان كثير من النباتات الرعوية والأشجار والغابات وذلك نتيجة لثقل الأمطار خاصة في السنوات الأخيرة مما نتج عنه شح في المياه الجوفية وفقر في المراعي الطبيعية التي تعاني من نقص شديد في المياه في معظم أنحاء الدولة.

- إحلال كثير من المشروعات البنائية والطرق والكباري والازحف العمراني *Urbanization* محل تلك النباتات البرية وإقامة مدن وطرق جديدة لحل أزمة الإسكان في كثير من الدول. ولكن لحسن الحظ أن هذا لم يحدث في دولة الإمارات نظراً لاتساع المساحات المحيطة بالمدن والتي أمكن التوسع فيها دون الإضرار بالأراضي الزراعية.

- هجرة بعض السكان إلى المناطق البرية مما يؤدي إلى التخلص من تلك النباتات البرية وإقامة مشروعات صناعية وسكنية. وهذا أيضا لم يحدث في الدولة نظرا لقلة عدد السكان وإقامة النسبة الكبرى من السكان في المدن دون الإضرار بالحياة البرية.
- الفقد الكبير في المصادر الوراثية للمحاصيل الزراعية والنتج عن استخدام الأصناف النباتية الحديثة والمتجانسة وراثيا بدلا من المزيغ التقليدي الذي كان يستخدم من قبل المزارعين، أدت إلى إزالة العديد من المصادر الوراثية الممكنة للعديد من الأنواع وخصوصا الأصول الوراثية البرية للأنواع المزروعة.

كل ذلك يؤدي إلى فقد كثير من الأصول البرية النباتية والحيوانية في تلك الأماكن والتي تعتبر ثروة قومية يجب الحفاظ عليها من التدهور والاستنزاف.

- المشكلات التي تواجهها الدولة وطرق حلها

١. كثرة عمليات الصيد عن طريق الجرف (هي طريقة للصيد بواسطة شباك قاعية تجرها القوارب) مما يؤدي إلى تدمير قاع البحر وبنية التحتية من كائنات حية ونباتات.
٢. زيادة عمليات الزحف العمراني على حساب الشواطئ وزيادة الملوثات في البيئة البحرية وذلك عن طريق إلقاء المخلفات في البحر.
٣. المبالاة في استعمال الأسمدة والكيماويات والمبيدات الزراعية في بعض المحميات بغرض تنويع المنتجات الزراعية مما يؤثر بالسلب على الثبلت وعلى التربة.
٤. المنقار الدولة في بعض أماكنها إلى وجود توصيف لحالة البيئة الحقيقية من حيث التنوع البيولوجي وعند أنواع النباتات والحيوانات المهددة بالانقراض.
٥. عدم وجود مناطق محمية صحراوية رسمية من قبل الدولة.
٦. تغير التوازن الطبيعي في الصحراء عن طريق التوسع الزراعي الذي عمل على القضاء على الحياة البرية الصحراوية.
٧. عدم وجود رقابة صارمة على الرعي، مما له أثر سلبي على نباتات المراعي الطبيعية.
٨. الآثار السلبية على البيئة الصحراوية المترتبة عن ازدياد الطرق وحركة السيارات والحفر والتنقيب عن الآبار والمشاريع الزراعية والمسوحات الأخرى المستخدمة في التنقيب عن النفط.

- الجهود التي تقوم بها الدولة لحماية المصادر الطبيعية

١. مع تصاعد الاهتمام بالبيئة تم إنشاء العديد من المؤسسات البيئية من أهمها هيئة أبحاث البيئة والحياة الفطرية وتنميتها، وإدارة حماية البيئة بالدائرة الخاصة لسمو رئيس الدولة، ولجنة البحوث البيئية بجزيرة السمالية بأبي ظبي، ومعهد أبحاث وإدارة البيئة في المنطقة الحرة بجبل علي، ومجمع حماية ورعاية البيئة، وإدارة المحميات الطبيعية في إمارة الشارقة، ومراكز رقابة الأغذية والبيئة ببلديات أبو ظبي ودبي والشارقة والفجيرة بالإضافة إلى استحداث أقسام متخصصة للبيئة في إمارات رأس الخيمة وأبوظبي وعجمان والفجيرة.
٢. إعلان الدولة عن المناطق المحمية سواء في البر أو البحر، وذلك لحماية موارد الحياة الفطرية وإيمانها أو تنظيم معدلات الاستهلاك السنوي للنبات والحيوان بحيث لا تتجاوز هذه المعدلات الطاقة الاستيعابية البيولوجية للكائنات في تلك المناطق ومراقبة الجودة البيئية فيها.
٣. حظر ممارسة أي عمل له أثر ضار على الأحياء الفطرية في المناطق المحمية خاصة:

- الصيد بجميع أشكالها.
- التعرض لمسجات هذه المنطقة.
- الرعي أو الزراعة سقيا أو بعلا (زراعة مطرية).
- حصاد أو جمع النباتات كليا أو جزئيا أو تحطيم فصلاتها أو قطعها أو تشويبها أو استئصالها أو أخذها بأي طريق كانت.
- الاحتطاب أو إتلاف الأشجار الحية أو قطع الجاف منها.
- جمع أجزاء الكائنات الفطرية أو منتجاتها.
- إقامة المجتمعات الترفيهية.
- دخول جميع أنواع المركبات الميكانيكية أو قيادتها خارج الطرق المسموح القيادة بها.
- إدخال أي نوع من الحيوانات الدخيلة إلى المصبات.
- ممارسة أي عمل له تأثير سلبي على الأحياء الفطرية.

٤. تتخذ الجهة المسؤولة الإجراءات اللازمة لإنشاء قوة حراسة تتولى حماية المناطق المحمية ويكون لهؤلاء الأفراد صلاحية تنظيم محاضر بمخالفات أحكام هذا النظام أو مخالفة لوائح

والقرارات الصادرة لتنفيذه. تقوم الجهة المختصة بتشجيع التنمية السليمة بيئيا والقابلة للاستمرار في المناطق المناخية للمناطق المحمية بهدف زيادة حماية هذه المناطق.

٥. تعمل الجهة المختصة وفي حدود صلاحياتها على إصلاح النظم البيئية المتدهورة وإعادتها إلى حالتها الطبيعية وتشجيع إعادة الأنواع المهددة بالانقراض إلى مواطنها الطبيعية الأساسية.

- حماية الحيوانات والنباتات المهددة بالانقراض *Protection of Endangered Animals and Plants*

قبل حدوث التقدم التكنولوجي الهائل الذي شهده القرن العشرون لم يكن هناك أي دليل على أن مناخ الأرض قد تغير بشكل حاد خلال عشرة الآلاف سنة الأخيرة، وخصوصا خلال الـ ٢٥٠٠ عاما الماضية. فالتغيرات المناخية الدورية والتذبذبات هي جزء من البيئة التي تطورت فيها وتكونت المجتمعات النباتية والحيوانية والنظم البيئية، وقد تكيفت لها شكليا وتطوريا وفسولوجيا تلك النظم البيئية الحية. وقد كانت هذه النظم في مرحلة توازن بين مكوناتها الحية وغير الحية الطبيعية والإنسان ومواسيه حتى بداية هذا القرن. ومع تطور المجتمعات البشرية وتعقيدها وزيادة الإمكانية التدميرية للبشرية وازدياد أعداد السكان والضغط على المصادر الطبيعية، بدأت النظم البيئية الطبيعية في التدهور. زيادة على ذلك، فإن مناخ الكرة الأرضية ببعض مكوناته تأثر نتيجة تأثيرات الإنسان ونشاطاته مثل زيادة الموارد الملوثة وحدث ما يسمى بتأثير الاحتباس الحراري (*Greenhouse Effects*) ، ومع ما يرافق ذلك من ازدياد في درجة حرارة الهواء المحيط والاختلال في نماذج الهطول المطري.

يستطيع الإنسان أن يدمر النظم البيئية بشكل مباشر أو غير مباشر. وتشتمل الطرق المباشرة على قطع المباشر للغطاء النباتي، حراثة البقايا النباتية في التربة، لوطه المباشر للإنسان وآلياته أو عن طريق تدمير الغطاء النباتي والتربة بواسطة الأعمال المدنية مثل إنشاء التجمعات السكنية والطرق وغيرها. وهذه التأثيرات تكون مباشرة وتُشاهد أثرها بشكل مباشر.

لما للتأثيرات غير المباشرة فهي أقل دراماتيكية وتشتمل على تأثيرات على عامل أو أكثر من عوامل الوسط المحيط والتي ينتج عنها سلسلة من ردود الفعل ضمن النظم البيئية المتكامل في مكوناته. ولأن ردود الفعل هذه هي إضافة أو تغيير عامل بيئي ما، مما ينشأ عنه سلسلة من الأحداث والتي يكون تأثيرها بعد المدى غير معروف. فالنظم البيئية قد لا يبدو عليه بشكل مباشر نتائج هذه التغيرات لفترة طويلة من الزمن.

والتغير الأول الذي يلاحظ يكون على نوع أو عدة أنواع حيوية في البيئة، ويكون في العادة من الصعب ربط تلك التغيرات بالتأثيرات التي سببها الإنسان في الوسط المحيط. فالنظم البيئي يتغير جزء فجزءاً ونوعاً ف نوعاً ببطء في البداية ثم بشكل سريع، ومن الممكن أن يزول أو يتضرر النظام بشكل غير قابل للعكس قبل أن يدرك حجم الخطر.

إن التأثيرات المباشرة للإنسان على النظم البيئية من السهل رؤيتها وتقديرها ولذا الإجراءات التصحيحية المناسبة. ولكن بالنسبة للتأثيرات غير المباشرة فإن الملاحظات المستمرة والدراسات الإحصائية والديموجرافية وحتى تجارب العملية ضرورية لكشف وفهم تلك التأثيرات على النظم البيئية والغلاف الحيوي. في السابق كانت التأثيرات المباشرة هي التي نتج عنها غالبية التأثيرات في النظم البيئية، ولكن في القرن الأخير حينما نمت الثورة الصناعية فإن التأثيرات غير المباشرة هي التي أصبحت تغير تركيب وعمل الغلاف الجوي، وتعتبر البحوث المتعلقة بتلك التأثيرات من أهم المجالات في علم البيئة لتطبيقه. بعد أن أدرك الإنسان بكثير من الحيوانات والنباتات والمناطق البيئية ذات الطابع الخاص رك الدول والمنظمات العلمية التي تهتم بالمحافظة على الثروات الطبيعية وضع قوانين وأنظمة للحد من هذا الاستغلال والتدمير العشوائي، واتخاذ عدد من الإجراءات لكفيلة بكثر هذه الحيوانات. ومن بين هذه الإجراءات ما يلي:

١. الحد من صيد الحيوانات المهددة بالانقراض كـ بعض أنواع النمرور والحياتن والفسلان والثعالب والذئاب والذئبة والأرانب وغير ذلك، وخاصة عند انخفاض أعداد هذه الحيوانات إلى مستويات تهدد بتدمير المجموعات الحيوانية تكميرا كاملاً.
٢. حماية النباتات الخاصة بأنواع النباتات المهددة بالانقراض.
٣. وضع أعداد معينة من الحيوانات أو للنباتات المهددة بالانقراض داخل محميات خاصة كحدائق الحيوان، وبيوت تربية النباتات المكيفة وذلك من أجل إكثارها علماً بأن هناك حوالي ٢٥٠,٠٠٠ نبات و ١٠٠٠ حيوان فقري مهددة بالانقراض.
٤. حماية مناطق معينة ذات بيئات فريدة من نوعها، وذلك بتحويلها إلى متنزهات وطنية (National Parks).

٦-١ الحياة الفطرية وطرق المحافظة عليها

تعتبر عملية المحافظة على المصادر الطبيعية من بين أهم الأمور التي تشغل علماء البيئة، ويعتقد كثيرون أن عملية المحافظة على هذه المصادر يمكن أن تتم بواسطة الاقتصاد في استهلاك الخامات

الطبيعية، وذلك من أجل أن تستفيد منها الأجيال القادمة من البشر. والواقع أن عملية المحافظة على المصادر الطبيعية تعني من الناحية العلمية الدقيقة.

المحافظة على التنوع الوراثي واستخدامه

منذ الخمسينيات من هذا القرن بدأت جهود المحافظة على المصادر الوراثية للحيوانات والنباتات. وقد تم حماية العديد من تلك المصادر الهامة للإنسان وزراعته وهي أخذة بالازدياد. إن المحافظة على التنوع الحيوي ليس هو الغاية النهائية بذاته، ولكنه وسيلة للتأكد من أن المصادر الوراثية النباتية والحيوانية سوف تكون متوفرة للاستخدام من قبل الأجيال الإنسانية الحالية وفي المستقبل أيضا. وهناك طريقتان أساسيتان للمحافظة (*Conservation*) على التنوع الحيوي عندما يتم تحديد تلك المصادر الوراثية وهاتان الطريقتان هما:

١. في الموقع (*In Situ*): وهي طريقة المحافظة على النباتات والحيوانات في موطنها البيئي الأصلي (*Original Habitat*). وهذه الطريقة تؤمن لتلك الكائنات فرصة التكيف والتأقلم مع الظروف البيئية المتغيرة بحيث تزداد فرصة بقائها في المستقبل نتيجة لذلك وبالتالي نفعها للإنسان وإمكانية استغلالها بحسب تغير الظروف. وحفظ التنوع البيولوجي يجب أن يتم في النظم البيئية الطبيعية، ولذا فإنه من الضروري أن تتوفر مثل هذه النظم المحمية في مختلف الدول والمناطق الجغرافية كما ذكرنا من قبل.

٢. خارج الموقع (*Ex Situ*): وهو المحافظة على المصادر الوراثية خارج موطنها البيئي في أماكن خاصة مثل:

- البنوك الوراثية (*Gene Banks*)
- حيث تحتفظ فيها المصادر الوراثية (بنور، نباتات، أي شكل تكاثري) كما في العديد من الهيئات الدولية كما في البنك الوراثي التابع لوزارة الزراعة الأمريكية.
- مزارع الخلايا والأنسجة (*Cell and Tissue Cultures*)
- الحدائق النباتية (*Botanical Gardens*)
- الحدائق الحيوانية (*Zoological Parks*)

- وسائل التقنيات الحيوية (*Biotechnology*) مثل حفظ أجزاء من *DNA*، والمبيض، والجنتين،
والسائل المنوي، وحبوب اللقاح، الخ.

إن كلا من الطريقتين يكملان بعضهما البعض ويشكلان ضمانا للمحافظة على التنوع الوراثي
للكائنات، وقد أظهرت الخبرة العملية والتجارب في السنوات الأخيرة أن استعمال الاثنين معا هو الطريق
الصحيح للمحافظة على تنوع الأنواع وعلى السلالات المحلية المتكيفة لظروف بيئية محددة.

تعديل حدود التحمل للعوامل البيئية في الكائنات الحية

الكائنات الحية خلال تاريخ وجودها الطويل على سطح الكرة الأرضية تعرضت لتغيرات شديدة فسي
عوامل الوسط المحيط بها. وقد استطاعت الكائنات الاستمرار في بنائها وعدم الانقراض نتيجة قدرتها
على التطور *Evolution* وتمكنها من تعديل حدود تحملها للعوامل البيئية. والتطور هو بالمعنى البسيط
له هو التغير في التركيب الوراثي وعدد ونوع المورثات (الجينات) التي يمتلكها الكائن. ولكن التطور
يحدث على مقياس زمني كبير جدا، وهناك طرق أخرى تحدث على مقاييس زمنية أقصر وتستطيع من
خلالها الكائنات تعديل حدود تحملها للعوامل البيئية. ومن أهم هذه الطرق:

١. الأكلمة *Acclimation*

وهي التعديلات البسيطة في حدود تحمل الكائنات للعوامل البيئية والتي تحدث نتيجة تعرضها لجانب
واحد من الحد الأمثل في حدود تحملها لعامل بيئي ما. ونتيجة لهذا التعرض الطويل لجانب واحد تتغير
حدود التحمل وقد تصبح أعلى أو أقل من الحدود السابقة بحيث ينتج حدود تحمل دنيا وعليا ومثل جديدة
للكائن الحي. والسبب في قدرة الكائنات الحية على التأقلم هو امتلاكها لنظام إنزيمي يحتوي على نظائر
للإنزيمات بحيث تستطيع هذه النظائر العمل تحت الظروف البيئية الجديدة التي يتعرض لها الكائن. على
سبيل المثال، إنزيم يعمل في مدى معين من درجات الحرارة وإذا تعرض الكائن لفترة طويلة نسبيا من
درجات حرارة أعلى ولكنها ضمن حدود تحمل الكائن (أي أنها غير قاتلة) فإن إنزيم نظير آخر يصبح
نشطا ويؤدي الدور الكيميائي الذي كان يقوم به الإنزيم الأصلي.

والأكلمة هي ظاهرة تحدث على المستوى المخبري تحت الظروف التجريبية ومن الأمثلة عليها ما يحدث
لنوع من الأسماك الذي يدعى السمك الذهبي (*Golden fish*) والمستعمل في أحواض أسماك الزينة والذي
يتأقلم بسهولة لدرجات الحرارة التي يعيش فيها وينتج عنها في كل حالة حدود جديدة لتحمله للحرارة.

٢. التأقلم *Acclimatization*

وهي عبارة عن الألفة التي تحدث على المستوى الحظي تحت الظروف الطبيعية وتسمى في هذه الحالة *Acclimatization*. وهذه للتغيرات التي تحدث في الحقل غالبا لا تورث للنسل للنتائج منها.

٣. التكيف *Adaptation*

هو التغير في حدود تحمل الكائن للظروف البيئية والذي يحدث على المستوى الفسيولوجي والوراثي للكائنات، والتي قد تترافق مع تغيرات سلوكية ومع مرونة في تطور مراحل الحياة، بحيث يمتلك الكائن نتيجة تعرضه الطويل لظروف بيئية متغيرة صفات وراثية جديدة تمكنه من العيش والاستمرار تحت الظروف البيئية الجديدة. والتكيف لا يكون فقط للعوامل البيئية غير الحية، مثل الحرارة والرطوبة وغيرها، وإنما أيضا يكون للعوامل الحية وأهمها التكيف للمنافسة مع الكائنات الأخرى ومع المفترسات. ويجب الإشارة هنا إلى الفرق الكبير والجوهري بين التأقلم والتكيف وهو أن التغيرات التي تحدث في حالة التأقلم لا تورث إلى النسل الناتج عن الكائن، بينما للتغيرات في حدود التحمل التي تحدث نتيجة التكيف فإنها تورث للنسل الناتج عن الكائن.

الدورات الحيوية الجيوكيميائية في الطبيعة

تعتبر العناصر المغذية والمواد المعدنية من أهم المكونات غير الحية في النظم البيئية. وتنتقل العناصر المعدنية بين الجزء الحي وغير الحي ضمن الأنظمة البيئية حسب نظام معقد للغاية يشتمل على الماء والهواء والتربة والصخور والكائنات الحية.

تعتمد إنتاجية النظم البيئية على عاملين أساسيين هما:

١. كمية العناصر الغذائية في النظام البيئي (ماء، مواد مغذية كيميائية، الخ)
٢. سرعة دوران العناصر الغذائية في النظام البيئي، والمقصود به سرعة انتقال المواد من الكائنات المنتجة إلى المستهلكة ثم عودتها إلى الوسط المحيط غير الحي في النظام البيئي.

تحتاج الكائنات في الأنظمة البيئية إلى العديد من العناصر الكيميائية الهامة في حياتها والتي تدخل في تركيب البروتينات والسكريات والجسيمات المتخصصة داخل الخلية وفي العمليات الأيضية المختلفة. ومن خلال الدراسات وجد أن للكائنات تحتوي على العديد من العناصر الكيميائية في تركيبها، مثلا، تم تحديد أكثر من ٦٠ عنصرا موجودا بالنباتات، ولكن ليست جميعها هامة أو ضرورية في حياة النبات. والإنسان يحتاج إلى ٤٠ عنصرا من تلك العناصر.

إن العنصر الكيميائي يحدد فيما إذا كان أساسيا في حياة النبات (الكالسيوم) إذا توفر فيه أحد شرطين:

١. أن النبات لا يستطيع إتمام دورة حياته من مرحلة البذرة إلى مرحلة إنتاج البذور (أو الثمار) وذلك في حالة غياب هذا العنصر.
٢. أن يدخل العنصر في تركيب أحد المكونات الأساسية في بناء الخلية أو عملها. على سبيل المثال: الكربوهيدرات يدخل في تركيبها (CHO) ، لذلك جميع هذه العناصر الثرية يعتبر أساسيا للكائنات، وكذلك البروتينات حيث يدخل في تركيبها النيتروجين إذن فهو عنصر ضروري ولأساسي. والمغنيسيوم يدخل في تركيب الكلوروفيل بالإضافة للمواد السابقة، وهكذا.

باستخدام هذين المبدئين تم تحديد عدد من العناصر التي تعتبر أساسية في حياة النبات والتي تقسم إلى مجموعتين:

١. مجموعة العناصر المغذية الكبرى (Macro-nutrients) أو Major Elements

وهي التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة يزيد تركيزها في الأنسجة النباتية عن ١٠٠٠ جزء لـ ١ المليون. وهذه العناصر هي: O, H, C, N, P, K, Mg, S, Ca, وأحيانا الحديد Fe .

٢. مجموعة العناصر المغذية الصغرى (Micro-nutrients) أو Minor Elements

وهي التي تحتاجها النباتات بكميات تقل عن ١٠٠ جزء في المليون. وهذه العناصر هي: Bo, Mo, Cl, Mn, Zn, Cu.

وتحصل النباتات على هذه العناصر عن طريق التربة ومحلولها المائي أو عن طريق الهواء. وتتميز بعض العناصر بدورة واضحة في الطبيعة، والبعض الآخر يكون دورانه أقل وضوحاً. وبشكل عام، فإنه كلما كانت دورة العنصر معقدة في الطبيعة كلما كان العنصر أكثر ثباتاً واستقراراً.

وفيما يلي نبين دورات (حلقات) أهم العناصر في عمل النظم البيئية:

١. دورة الكربون:

لعل عملية البناء الضوئي هي العملية الأساسية في دورة الكربون، حيث يتم بواسطتها تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء أو الذائب في الماء في أجسام النباتات الخضراء، ثم يمر الكربون إلى النباتات الحية الأخرى من أكلات الأعشاب وللحوم من خلال السلاسل الغذائية. كما أن هناك قدر من الكربون يخزن في باطن الأرض في صورة فحم وغاز طبيعي، وفي بعض المواد العضوية على سطحها. وبالمقابل يتحرر ثاني أكسيد الكربون بعملية التنفس التي تقوم من خلالها كافة الكائنات الحية بأكسدة المواد العضوية بواسطة غاز الأوكسجين في الخلايا. كما يتحرر ثاني أكسيد الكربون من تفكك المواد العضوية والأجسام الميتة بواسطة البكتيريا والفطريات. وهناك مصدر آخر لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون بواسطة عمليات احتراق الوقود والمواد العضوية المختلفة. وعندما يتم الكربون دورته فإنه يعود إلى حالته الغازية الأصلية، ولكنه في بعض الأحيان يحجز في أجسام بعض الكائنات التي تتجمع هيكلها وتكون ترسبات ضخمة من كربونات الكالسيوم.

يتألف الهواء من N (٧٨%) و O (٢١%) وبقية الغازات ١% ومنها CO_2 (٠,٠٣٥%).

مصادر الكربون التي يحصل عليها النبات والكائنات هي:

- الهواء.
- الصخور البركانية.
- CO_2 الجوي.

يلاحظ أن تركيز CO_2 في الغلاف الغازي ازداد خلال تاريخ البشرية وخصوصاً الحديث، وذلك بسبب ازدياد عمليات احتراق الوقود وبسبب تخریب البيئة وتهدمها، وبشكل خاص إزالة الغطاء النباتي. فقد ارتفع تركيز CO_2 من حوالي ٢٧٠ جزءاً في المليون (ppm) إلى ٣٢٠ ppm في الخمسينات من هذا

القرن ثم إلى ما يزيد عن ٣٥٠ ppm في الوقت الحالي. وهذا الرقم يتزايد ويقدر بأن يصل إلى ٤٠٠ ppm ، وقد يصل إلى أكثر من ٥٠٠ ppm في العام ٢٠٢٠ إذا استمر الإنسان في استغلال البيئة بنفس الطريقة الحالية.

وقد ساهم ذلك في نشوء ما يعرف بظاهرة تأثير البيت البلاستيكي (*Greenhouse Effect*) حيث يعمل CO_2 وبقية الغازات والمواد العالقة في الجو، والتي لزداد تركيزها في الوقت الحالي، على حجز الموجات الحرارية الطويلة المنبعثة من الأرض ويمنع نفاذ قسم منها إلى الجو الخارجي، مما يسبب ارتفاع درجة حرارة الغلاف الغازي المحيط بالأرض مباشرة. ويقدر بأن هذه الظاهرة سوف تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الغلاف الغازي بحدود ٢-٤ درجات مئوية. ولهذا الارتفاع تأثير كبير على التوازن البيئي فوق سطح الأرض، حيث يتوقع أن ينتج عن ازدياد درجة الحرارة ارتفاع معدل ذوبان الثلوج القطبية مما سينتج عنه غمر وفقد كثير من الأراضي الشاطئية.

ويؤدي ارتفاع الحرارة إلى ازدياد ظاهرة الجفاف والتصحر خصوصا في المناطق التي تعاني بالأصل من هذه المشاكل. ولذلك تعتبر المحافظة على الغطاء النباتي المتوازن (وهو المصدر الرئيسي لاستهلاك CO_2 فوق سطح الأرض ولتلطيف حرارة الجو) والحد من تلوث البيئة بـ CO_2 ، الناتج عن الاحتراق، وانبعاث الغازات الملوثة الأخرى أهم الحلول للمحافظة على درجات الحرارة عند مستواها وعدم ارتفاعها بشكل كبير في المستقبل.

٢. دورة النيتروجين:

يعتبر النيتروجين من أهم العناصر الغذائية المعدنية في حياة للنبات فهو يدخل في تركيب البروتينات والكلوروفيل والبروتينات والأحماض الأمينية والأنزيمات وغيرها. ويوجد النيتروجين على شكل نيتريت NO_2 ونترات NO_3 وأمونيا NH_3 . وتعتبر دورة النيتروجين من الدورات المعقدة في الطبيعة وهذا التعقيد جعلها أكثر ثباتا في وجه للتغيرات التي سببها الإنسان. ومن الممكن تقسيم دورة النيتروجين إلى الأجزاء التالية:

١. تثبيت N الجوي بواسطة البكتيريا المثبتة للنيتروجين مثل:

- بكتيريا العقد الجذرية من جنس *Rhizobium*
- البكتيريا الحرة التي تعيش في التربة وتستطيع تثبيت النيتروجين وجعله بصورة متاحة لاستخدام النبات مثل: *Clostridium* ، *Azotobacter*.

٢. تقوم كائنات دقيقة بتحليل المركبات العضوية التي تحوي نيتروجين إلى مركبات أبسط بحيث تستطيع النباتات الاستفادة من النيتروجين كما يحدث في فطر الميكوريزا.

٣. تحلل البقايا العضوية النباتية والحيوانية عن طريق الكائنات الدقيقة بحيث تؤدي عمليات التحلل إلى تحول النيتروجين إلى أشكال بسيطة تستغلها النباتات عن طريق:

- أ. عملية النشدة *Ammoniafication* حيث تتشكل الأمونيا من المواد العضوية وتقوم بذلك البكتيريا والميكوريزا.
- ب. النتجة (النترة) *Nitrification* وفيها تحول الأمونيا إلى نيتريت بواسطة بكتيريا نيتروزوموناس *Nitrosomonas*، وبعدها تحول النيتريت إلى نترات بواسطة بكتيريا النيتروباكتر *Nitrobacter*.

٤. يثبت النيتروجين الجوي مباشرة بواسطة المطر وخصوصا البرق، وتقدر الكمية السنوية بنحو ٥-٦ كجم/هكتار.

٥. من الممكن أن يعود النيتروجين مباشرة إلى الجو عن طريق الحرائق وغسيل الأراضي والتطابير.

٣. دورة الفوسفور:

على عكس دورات الكربون والنيتروجين الكاملة، فإن ذلك بعض المواد الغذائية التي تتبع دورات غير كاملة تنتهي بصخور رسوبية. ومثل هذه المواد الغذائية يمكن استعادتها ببطء شديد خلال العمليات الطبيعية من أجل استعمالات للكائنات الحية، ومن أمثلة هذه المواد الفوسفور.

والفوسفور يعتبر من العناصر الأساسية الضرورية للحياة، فهو يدخل في تركيب العظام والأسنان، كما ينقل الطاقة من مركب إلى آخر في الخلية، ونقصه يحد من نمو النبات كثيرا. ويوجد المخزون الرئيسي للفوسفور في صخور الفوسفات والعظام والمواد البرازية. وتنتقل أملاح الفوسفور إلى التربة فيستعملها النبات وتنقل منه إلى الحيوان والإنسان في السلسلة الغذائية. وبموت وتحلل النباتات والحيوانات تتطلق أملاح الفوسفات مرة أخرى بواسطة البكتيريا. وهذه الأملاح إما أن يمتصها النبات وتدخل في السلسلة الغذائية، أو تجرفها مياه الأمطار إلى أعماق البحار والمحيطات، أو تتحول إلى أملاح غير ذائبة في التربة

فلا تتمكن النباتات من امتصاصها. وعليه نجد أن مخزون الفوسفور لا يتجدد مثل الكربون والنيتروجين والأكسجين.

٤. دورة الماء:

دورة الماء بسيطة حيث إن ٩٧% من ماء الكرة الأرضية يوجد في المحيطات و نحو ٣% توجد في النظم البيئية والمياه السطحية والجوفية. يعيد الغطاء النباتي كمية كبيرة من المياه الماقطة على سطح الأرض إلى الجو المحيط عن طريق عملية النتح. والباقي عن طريق التبخر المباشر من التربة والقسم الآخر يذهب بالجريان السطحي إلى الأنهار والمحيطات، أو يذهب إلى المياه الجوفية.

٥. دورة الأكسجين:

من الدورات البسيطة جدا في الطبيعة. مصدره الأساسي الهواء، أو يوجد مذابا في الماء، وهو يستهلك في عملية التنفس والاحتراق. تعيد النباتات كميات كبيرة إلى الجو المحيط عن طريق عملية البناء (لتمثيل) الضوئي. يتشكل منه الأوزون O_3 الذي يحمي الكائنات من الأشعة فوق البنفسجية (UV).

٦. دورة المعادن:

دورات المعادن بطيئة، وتكون مخزنة في الصخور ومحلول التربة وأجسام الكائنات الحية، وأهمها الفوسفور والكبريت والحديد والكالسيوم. ويعتبر الفوسفور من أهمها وهي بطيئة جدا، ولذلك يتدخل الإنسان عن طريق إضافته للنظم البيئية الزراعية في هيئة أسمدة كيميائية. ولكن قسما كبيرا منه ينتهي في قاع المحيطات ويخرج إلى الشواطئ عن طريق التيارات الصاعدة.

تعتبر ظاهرة الإثراء الغذائي *Eutrophication* من الظواهر التي انتشرت بشكل واسع في العقود الحديثة، حيث نتج عن ازدياد كمية الفوسفور المطروحة في المياه إلى ظاهرة نمو الأشنات والطحالب والنباتات المائية بكثرة وأدت هذه الظاهرة إلى جعل المياه مع الزمن قليلة المحتوى من الأكسجين واختفت منها مختلف الكائنات الحية. إن المنظفات المنزلية تساهم بشكل كبير في انتشار هذه الظاهرة.

الكبريت يدخل إلى الجو عن طريق البراكين وعمليات الاحتراق. والمجتمعات الصناعية الحديثة تقوم بقذف كميات كبيرة من SO_2 إلى البيئة المحيطة وعندما يتحد مع ماء المطر فإنه يشكل حمض الكبريت

الذي يسقط مع مياه الأمطار مسببا ما يعرف بالأمطار الحمضية *Acid Rains* والتي تسبب أضرارا كبيرة للنباتات والأسماك والمنشآت وغيرها.

٧. دورة الطاقة:

المصدر الرئيسي لجميع أشكال الطاقة الموجودة على سطح الأرض هو الشمس ويضاف لها مصادر الطاقة الأخرى مثل الفحم الحجري والبتترول وطاقسة الرياح. إن حفظ المصادر الوراثية النباتية له أهمية كبرى في تحقيق الأمن الغذائي عن طريق استخدام هذه الأنواع إما مباشرة أو بتهجينها بالسلالات المحلية المتكيفة مع الظروف البيئية المحلية لسنوات طويلة لإنتاج سلالات جديدة تحمل الصفات المرغوبة من ناحية الإنتاجية والجودة والمقاومة للظروف البيئية المعاكسة ولأيضا مقاومة الآفات والأمراض المنتشرة. إن الممارسات الخاطئة في الزراعة قد تؤدي إلى فقدان أو تهديد تلك المصادر الوراثية النباتية بفقد التنوع الموجود فيها نتيجة الاستخدام وانتخاب سلالات وتراكيب وراثية بعينها دون غيرها مما يقلل من للتنوع الوراثي الموجود طبيعيا بين تلك السلالات وهو ما يسمى بالانجراف الوراثي (*Genetic Drift*). وقد حدث في السنوات الأخيرة تقدم كبير في الحفاظ على تلك المصادر الوراثية عن طريق بعض المؤسسات والمراكز البحثية الوطنية والإقليمية والعالمية حيث تقوم الأخيرة بإمداد بلدان العالم بمواد التربة وآباء التنجين لاستخدامها في برامج التربية الوطنية. وقد رأت الدول والمنظمات العالمية التي تهتم بالمحافظة على الثروات الطبيعية وضع قوانين ولتظمة للحد من هذا الاستغلال والتميز العشوائي، واتخاذ عدد من الإجراءات الكفيلة بإكثار هذه النباتات النادرة والمعرضة للخطر والاندثار.

إن الحفاظ على المصادر الوراثية في موقعا *In situ* تمثل أهمية كبرى بالمنطقة العربية حيث تختلف مساحات المناطق المحمية اختلافات شاسعة بين الدول وكذلك نسبتها من المساحة الكلية بالنسبة لكل دولة. فعلى سبيل المثال توجد أكبر مساحة محمية في الوطن العربي في الجزائر وهي حوالي ١٢ مليون هكتار، أما أعلى نسبة مساحة بالنسبة للمساحة الكلية للدولة فتقع في سلطنة عمان حيث تمثل المساحات المحمية نحو ١٣,٧% من المساحة الكلية للدولة.

إن منطقة البحر المتوسط وشمال إفريقيا بالإضافة إلى وسط وغرب آسيا تحتوي على أكبر نسبة من التنوع النباتي حيث تصل إلى نحو ٤٧,٠٠٠ نوع نباتي. وضمن هذه الأنواع للنباتية توجد نسبة كبيرة من النباتات الاقتصادية المستخدمة في الغذاء والتي توجد في مراكز حفظ الأصول الوراثية إقليميا وعالميا. وهذه تشمل القمح والشعير والشلجم والحمص وهي تمثل حوالي ٣٨% من إنتاج الغذاء العالمي. وتعتبر تركيا وإيران من أكبر الدول التي بها أنواع نباتية بها تباينات وراثية في المنطقة.

التأثيرات المباشرة على النظم البيئية الصحراوية

١. التهديد المباشر للغطاء النباتي عن طريق قطع النباتات:

وهو تحويل الأماكن التي تتمتع بغطاء نباتي مختلط مؤلف من أشجار وشجيرات وتحت شجيرات وغطاء عشبي إلى مجتمعات أبسط في التركيب تحتوي على طبقة من تحت الشجيرات والأعشاب نتيجة قطع النبات الأكبر حجماً، أي تحويلها إلى غطاء نباتي سهبي، فقد قام الإنسان خلال عصور طويلة في مناطق الشرق الأوسط والجزيرة العربية بقطع الأشجار والشجيرات من أجل استخدامها كمصادر للوقود ولأغراض البناء. وكانت النتيجة أن الغطاء النباتي متعدد الطبقات تحول إلى غطاء بسيط التركيب.

أما في حالة إزالة الغطاء النباتي لأغراض تحويل الأرض إلى أرض زراعية فإن التركيب الأصلي للمجتمعات يزال ولا يبقى سوى النباتات العشبية الضارة (Weeds). وإذا تولفت عملية الزراعة فإن المجتمع ممكن أن يرجع ويكون على شكل سهوب (Steppes)، ولكن ليس إلى وضعه الأصلي الغابي أو شبه الغابي.

إن تخريب الغطاء النباتي بهذه الطريقة لا يكون فقط في كمية الغطاء النباتي وإنما أيضاً في التركيب النوعي للمجتمع. فبعض الأنواع تزداد والبعض الآخر يتناقص نتيجة تغير العلاقات البيئية بين الأنواع عندما تزال الأشجار الكبيرة من المجتمع. وأيضاً تتغير مواصفات التربة حيث تنخفض المادة العضوية من ٥-١٥% في الغابة إلى ٢-٣% في السهوب، و ١-٢% في الغطاء النباتي التحويلي بين القاحل والسهبي. وكذلك تتغير أيضاً درجة ثبات التربة حيث تكون أكثر ثباتاً تحت الغطاء الشجري وأقل منها في السهوب وأقلها في الصحاري،

وأهم أسباب تحويل الغطاء النباتي إلى سهبي (سهلي) هي النشاطات الإنشائية مثل:

أ. إزالة الأشجار لأغراض الزراعة وتركها بعد سنوات.

ب. الحرائق

ت. قطع الأخشاب للاستعمال كوقود

ث. استخدامات صناعية وتجارية

ج. رعي الشجيرات بشكل جائر

وكلما كانت الظروف البيئية أكثر جفافا كان التخريب غير قابل للإصلاح. ويعتبر خط الأمطار (*Isohyt*) ٤٠٠ مم/سنويا هو الحد الفاصل بين السهوب والغطاء الشجري، بالرغم من أن الأشجار لا زالت موجودة في مناطق نقل أمطارها عن ٢٠٠ مم/سنة، شاهدا على ما كانت عليه الحال في الماضي من توازن للغطاء النباتي مع الوسط المحيط بالرغم من قلة الأمطار المتوفرة.

٢. استبدال النظم الطبيعية الصحراوية بنظم زراعية:

إن استبدال النظم الطبيعية بالنظم الزراعية والمحافظة عليها يتطلب بالإضافة للطاقة الشمسية، الطاقة من عدة مصادر مثل: الإنسان، الحيوان، الأسمدة، الماء، والوقود. وهذه ضرورية للمحافظة على النظم الزراعية البسيطة والمنتجة لأنواع المحاصيل المختلفة في فترة زمنية قصيرة. وهذا الاستعمال المكثف لمصادر الطاقة يؤدي إلى تغيرات واسعة في البيئة الجافة بالإضافة إلى إزالة الغطاء النباتي الأصلي، بحيث تصبح العودة إلى الغطاء الأصلي صعبة مع مرور الزمن حيث تتلاشى وتخفي مصادر البذور اللازمة لتجديد النظام البيئي. وكذلك تتغير بنية وتركيب التربة بشكل كبير وتصبح أكثر ملائمة لنمو نباتات غير النباتات الأصلية في البيئة.

٣. استبدال النظم البيئية الطبيعية والزراعية بالمنشآت المعدنية:

في القرن الأخير توسعت الزراعة على حساب النظم الطبيعية وذلك نتيجة استخدام المياه في الري على مدى واسع. وب نفس الوقت تم استبعاد كثير من الأراضي لزراعية الجيدة والقضاء عليها عن طريق بناء المساكن والتجمعات البشرية والمصانع والطرق. والنتيجة هي ازدياد الضغط على النظم البيئية الطبيعية وتدهورها بدرجة أكبر.

٤. تأثير الإنسان وآلياته على النظم البيئية الصحراوية:

مع ازدياد توفر الآليات واستعمال الإنسان لها في طرق كافة البيئات النائية منها والقريبة، فقد ازدادت القدرة التنموية للإنسان بشكل هائل. وكذلك زادت درجة استغلال الإنسان للثروات المعدنية والجوفية المتوفرة في الصحراء مع ما يتبع ذلك من استخدام واسع للآليات الخفيفة والثقيلة التي أدت إلى إحداث

تغيرات واسعة في تركيبة تلك النظم الطبيعية. وأهم آثار هذا الاستخدام هو التخمير المباشر للنباتات، وتغيير التربة والتسبب في كيمياء (Compaction).

بالإضافة إلى ذلك، فإن المجموع الجذري والبادرات والنبور تتضرر بشكل كبير وتؤدي إلى ضعف مقدرة الغطاء النباتي على تجديد نفسه. وبالإضافة إلى الضرر المباشر لبيئات الحيوانات البرية التي تعيش في الأماكن التي ترتادها الآليات بكثرة، فإن الأصوات الناتجة عنها والمتكررة تسبب هرب كثير من تلك الحيوانات بكافة أنواعها وخاصة الكبيرة منها. وتصبح تلك البيئات غير ملائمة للتكاثر وبالتالي مع مرور الزمن، تصبح قليلة أو معدومة الحيوانات. والخطر الأكبر يحدث عندما تكون هذه البيئات هي أماكن تكاثر تلك الحيوانات أو الطيور، وخاصة المهاجر منها. إن استخدام الآليات إن لا يؤدي إلى إزالة الغطاء النباتي فحسب ولكنه يؤدي إلى تغير في التركيب النوعي وتوازن نسب الأنواع المختلفة في المجتمعات الصحراوية.

الفصل الخامس

تلوث البيئة

١-٥ مفهوم التلوث

يمكن تعريف التلوث على أنه كل ما يحدث تغييرات في خصائص غلاف ما بحيث يؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على إمكانية الاستفادة من هذا الغلاف لأغراض معينة أو قد يؤدي إلى إلحاق الضرر بالكائنات الحية الموجودة في هذا الغلاف".
وهذا التعريف يؤثر العديد من التساؤلات منها:

- ما هي طبيعة التلوث؟

تصنف الملوثات حسب طبيعتها إلى أربعة أقسام:

١. ملوثات ذات طبيعة فيزيائية، ومن أمثلتها:

- التلوث الحراري.
- وجود حبيبات عالقة في الماء مما يؤدي إلى عكارة الماء.
- وجود بعض الملوثات في الهواء مما يؤدي إلى الحد من الرؤية.

٢. ملوثات ذات طبيعة كيميائية. ومن أمثلتها:

- وجود عنصر الكالسيوم والمغنسيوم في الماء مما يؤدي إلى عسر الماء.
- وجود المبيدات في الماء.
- وجود الغازات السامة والخطيرة في الهواء.
- وجود المعادن الثقيلة في الماء أو الهواء أو التربة.

٣. ملوثات ذات طبيعة بيولوجية. ومن أمثلتها:

- الفيروسات الضارة.
- البكتيريا الضارة.
- الأوليات الضارة.
- الفطريات الضارة.

٤. ملوثات ذات طبيعة مادية أو إشعاعية. ومن أمثلتها:

- الضوضاء.
- التلوث بالعناصر المشعة.
- التلوث بالأشعة فوق البنفسجية.

ما هي مصادر التلوث؟

قد يكون التلوث طبيعياً أو من صنع الإنسان. ومن الأمثلة على التلوث الطبيعي:

- تآكل التربة.
- التصحر.
- الجفاف.
- الفيضانات.
- الغازات المنبعثة من الحمم البركانية.

أما المصادر غير الطبيعية فتقسم إلى:

- مصادر صناعية.
- مصادر زراعية.
- مصادر منزلية أو شخصية.
- مصادر تجارية.

ما هو تأثير الملوثات؟

قد تحدث الملوثات ضررا مباشرا أو غير مباشر للكائن الحي. فوجود بعض الملوثات في مياه الشرب أو الهواء المحيط بتركيز يتجاوز حدود معينة قد يؤدي إلى حدوث بعض الأمراض مثل السرطان أو التهاب الشعب الهوائية أو غيرها. أما بالنسبة للتلوث الحراري لمياه الأنهار والبحيرات - على سبيل المثال - فإن أضراره غير مباشرة وتتمثل في انخفاض نسبة الأوكسجين المذاب في الماء مما يعرض حياة بعض أنواع الأسماك للخطر.

أما تأثير الملوثات على الإنسان فقد تكون تأثيرات صحية أو تأثيرات نفسية أو ذات أضرار اقتصادية. فوجود بعض المعادن الثقيلة في مياه الشرب قد يؤدي إلى أضرار صحية. أما وجود عكارة في الماء قد لا يكون له تأثير صحي ولكن لا تكون هذه المياه مقبولة للشرب. ومن الأمثلة على للتأثيرات الاقتصادية للملوثات هو ما يسببه عسر الماء (نتيجة وجود عناصر مثل الكالسيوم والمغنسيوم) من زيادة في استهلاك مساحيق الغسيل أو تسداد الأنابيب في المصانع التي تستعمل مثل هذه المياه لأغراض التبريد. وقد يكون للتلوث آثارا على النباتات أو الحيوانات أو الأحياء المائية أو حتى على المنشآت والمباني. وتجدر الإشارة هنا إلى أن تأثير الملوث يعتمد على تركيزه في الحيز الموجود فيه. فبعض العناصر الخطرة قد لا يكون لها أي تأثير إذا لم تتجاوز تركيزها حدود معينة. وكلما زاد تركيز الملوث و طالت فترة التعرض لهذا الملوث كلما زاد تأثيره السلبى.

حركة الملوثات في البيئة

تتأثر الملوثات البيئية بعدة عمليات تساعد على انتشارها و اضمحلالها في البيئة. ويمكن تقسيم هذه العمليات إلى قسمين رئيسيين:

١. عمليات الانتقال (Transfer)

وهي عمليات تؤثر على مكان وجود الملوث ولكن لا تؤثر على هيكله وتضم:

- حركة الهواء الأفقية بفعل الحرارة *Advection*: وتحت تأثير عملية النقل هذه فإن الملوثات تنتقل من المصدر إلى أماكن أخرى في نفس الهواء بفعل حركة الجزيئات التي تحمل الملوث معها.

- *Dispersion*: وهنا تنتقل بعض الملوثات في الوسط بسرعة أكبر من سرعة جزيئات الوسط الذي توجد فيه (ماء أو هواء) نتيجة لعدة عوامل منها اختلاف تركيز الملوث في الوسط مما يؤدي إلى انتقال الملوث من المنطقة عالية التركيز إلى المنطقة الأقل تركيزاً.

- الانتقال من وسط إلى وسط آخر: وتحدث هذه العملية نتيجة تفاعلات كيميائية تؤدي إلى انتقال الملوث من الوسط الموجود فيه إلى وسط آخر ومن الأمثلة على مثل هذه العمليات: الامتصاص (*Sorption*) أو التبادل الأيوني (*Ion Exchange*) أو التطاير (*Volatilization*)

٢. عمليات التحول (*Transform*)

نتيجة هذه العمليات يتحول الملوث إلى عناصر أو مركبات أقل أو أكثر خطورة من الملوث الأصلي. وتضم هذه العمليات:

- التآكل الكيميائي

نتيجة لهذه العملية يحدث نقص في تركيز الملوث بسبب تفاعلات كيميائية تعمل على تحويله إلى مركبات أو عناصر أخرى. ومن الأمثلة على هذا النوع من العمليات: التآكل الشعاعي (*Photo-degradation*) أو تفاعلات الأكسدة والاختزال (*Oxidation/reduction*) أو التحلل النووي الإشعاعي (*Radioactive decay*).

- التآكل البيولوجي

نتيجة لذلك يحدث نقص في تركيز الملوث نتيجة للتفاعلات البيولوجية التي تقوم بها كائنات دقيقة (*Micro-organisms*).

وتجدر الإشارة هنا أن حركة بعض الملوثات في الفراغ تؤدي إلى تجاوز تأثير هذه الملوثات المستوى المحلي إلى مستوى إقليمي أو حتى عالمي. ومن الأمثلة على التلوث الذي يتجاوز حدود

الدول تلوث الأنهار والمياه الجوفية والبحار. وخير مثال على كيفية حدوث مشكلة عالمية للتلوث هو اضمحلال طبقة الأوزون. وتصل الملوثات إلى جسم الإنسان عبر عدة طرق هي: النسم، التنفس، الجلد، الحقن. ومن هنا فإن تأثير الملوثات على الكائن الحي بشكل عام وعلى الإنسان بشكل خاص يعتمد على عدة عوامل هي:

- ماهية الملوث
- تركيز الملوث
- طريقة دخوله إلى الجسم
- فترة التعرض للملوث

٢-٥ تلوث الهواء

لعل من أسوأ حوادث تلوث الهواء في التاريخ الحديث تلك التي حدثت في لندن ١٩٥٢ والتي أدت إلى موت أكثر من ٤٠٠٠ شخص نتيجة الدخان الكثيف والذي كان يحتوي على مقادير عالية من أكاسيد الكبريت. وقد شهد العالم - ولا يزال - العديد من حوادث تلوث الهواء والتي أدت إلى موت أو مرض العديد من الأشخاص نذكر منها حادثة تلوث الهواء في ولاية بنسلفانيا الأمريكية عام ١٩٤٨ والتي أدت إلى وفاة عدد كبير من الأشخاص ومرض ما يقارب ٦٠٠٠ شخص. وبشهد العالم الآن انتشار مرض الانتهاب الرئوي اللانمطي المعروف باسم (SARS) والذي يسببه أحد الفيروسات والذي راح ضحيته الآن أكثر من ألف شخص في أنحاء العالم.

وسوف نستعرض في هذا الجزء مصادر تلوث الهواء وأنواع الملوثات الهوائية الواسعة الانتشار وتأثيره على الإنسان. كذلك سوف نتعرض لمعايير التلوث الهوائي ومؤشر نوعية الهواء. وفي نهاية هذا الجزء سوف نتطرق إلى تأثير تلوث الهواء على المستوى الإقليمي والعالمي. ولكن بداية من الضروري أن نتعرف على الفلاف الجوي وطبقات الجو المختلفة.

١-٢-٥ الفلاف الجوي:

يحتاج الإنسان حوالي ٢٠ م^٣ من الهواء يوميا بينما يحتاج الطفل إلى ١٠ م^٣ في اليوم. والهواء النقي يحتوي على ٧٨% نيتروجين، و ٢١% أوكسجين، أما النسبة الباقية (١%) فتتكون من غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الأورجون وبخار الماء.

يتكون الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية من عدة طبقات وهي بالترتيب بداية من أقربها لسطح الأرض: التروبوسفير ثم الاستراتوسفير، تليها طبقة الميزوسفير ثم الثرموسفير. وتحتوي طبقة الاستراتوسفير على كميات قليلة من غاز الأوزون الذي يحجز ٩٩% من الأشعة فوق البنفسجية الضارة ويمنعها من الوصول إلى سطح الأرض.

٢-٢-٥ مصادر التلوث الهوائي

إن مصادر تلوث الهواء متنوعة وعديدة. ويمكن تصنيف هذه المصادر حسب العملية التي تؤدي إلى تواجده الملوثات في الجو. ومن هذا المنطلق تصنف مصادر التلوث كالآتي:

١. تلوث ناتج عن عملية الاحتراق (*Combustion*)

يمكن اعتبار هذا المصدر من أكبر المصادر التي تؤدي إلى تلوث الهواء بالغازات والأبخرة الدخانية. ومن الأمثلة على ذلك الغازات المنبعثة من عوادم السيارات ومن محطات توليد الطاقة ومداخل المصانع. وغالبا ما تتكون هذه الغازات من الملوثات التالية: أول أكسيد الكربون (CO)، ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، أكسيد الكبريت (SO_2)، أكاسيد النيتروجين (NO_x)، المركبات العضوية المتطايرة، بالإضافة إلى عنصر الرصاص (Pb) والحبوبات الدقيقة (*particulates*).

٢. تلوث ناتج عن عملية التبخر (*Evaporation*)

من الأمثلة على بعض الملوثات التي تنتج عن عملية التبخر، المركبات العضوية المتطايرة (كما هو الحال عند تعبئة خزان الوقود في السيارة)، ومن الأمثلة الأخرى الطلاء والمنظفات للكمبيوتر.

٣. تلوث ناتج عن عملية التآكل (*Grinding*) وعوامل التعرية (*Abrasion*)

ومن الأمثلة على مثل هذه الملوثات الأبخرة التي تنتج عن حركة الرياح، كذلك ألياف الأسبستوس والذي يستعمل كمادة للعزل الحراري.

وهناك طريقة أخرى لتصنيف مصادر تلوث الهواء تعتمد على طبيعة المكان الذي يصدر عنه التلوث. وعلى هذا الأساس يتم تصنيف المصادر كما يلي:

١. مصادر متحركة

ويشمل هذا النوع المركبات والقطارات والطائرات والبولخر، الخ.

٢. مصادر ثابتة

وتشمل محطات توليد الطاقة ومصافي البترول ومحطات إنتاج الغاز وجميع هذه المصادر ثابتة من حيث الموقع.

ويمكن أيضا تصنيف مصادر تلوث الهواء من حيث كونها مصادر طبيعية أو من فعل الإنسان. ومن المصادر الطبيعية:

- الملوثات المنبعثة من فوهات البراكين والتي تحتوي على نحو ٧,٥ % بخار ماء، و ١٥ % ثاني أكسيد الكربون، و ٥ % مركب الأوزون ومركبات الكبريت.
- الغبار المحمول بفعل الرياح
- الحرائق غير المفتعلة
- تلوث الهواء بحبوب اللقاح
- تلوث الهواء بالجراثيم

٣-٢-٥ الملوثات الهوائية

تصنف الملوثات الهوائية إلى ملوثات رئيسية وملوثات ثانوية. والملوثات الرئيسية (*Primary Pollutants*) تنبعث من المصدر مباشرة إلى الغلاف الجوي. ومن أمثلة هذه الملوثات غاز أول أكسيد الكربون وأكسيد الكبريت وأول أكسيد النيتروجين والرصاص والمركبات العضوية المتطايرة. أما الملوثات الثانوية (*Secondary Pollutants*)، فهي ملوثات تنتج في الجو بسبب عمليات فيزيائية أو كيميائية تحدث غالبا بسبب وجود الملوثات الرئيسية. ومن الأمثلة على ذلك، غاز الأوزون وغاز ثاني

أكسيد النيتروجين ومركب الفورمالدهيد (*Formaldehyde*). وهناك العديد من الملوثات الهوائية ولكننا سوف نقتصر هنا على أهم الملوثات وتأثيرها على البيئة وخاصة صحة الإنسان:

١) غاز أول أكسيد الكربون (CO)

وهو غاز سام لا لون له ولا طعم ولا رائحة. وينتج عن عملية الاحتراق غير المكتمل. وتشير الدراسات إلى أن حوالي ٧٧% من إجمالي غاز أول أكسيد الكربون المنبعث في الجو مصدره الأساسي هو حركة المركبات. أما بالنسبة لتأثير هذا الغاز على صحة الإنسان فهو يهبط مقترن الجسم على نقل الأكسجين من الرئتين إلى بقية أعضاء الجسم نتيجة تفاعله مع الهيموجلوبين في الدم. وهذا يؤدي إلى قصر في فعالية الدماغ وازدياد في نبضات القلب. والتعرض إلى تركيز عال من هذا الغاز قد يؤدي إلى الاختناق.

٢) أكاسيد النيتروجين (NOx)

ومن أهم هذه الأكاسيد غاز أول أكسيد النيتروجين (NO)، ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2). والمصدر الأساسي لهذه المركبات هو الاحتراق حيث إن ٩٥% من أكاسيد النيتروجين تنتج من المركبات ومحطات توليد الكهرباء. ومن الناحية الصحية، فإن غاز أول أكسيد النيتروجين ليس له أي أثر سلبي ضمن الحدود التي تم قياسها في الجو. إلا أن هذا الغاز يتأكسد ويكون ثاني أكسيد النيتروجين والذي بدوره يسبب حساسية للرئة ويقلل من مناعة الجسم لمقاومة أمراض التهاب الجهاز التنفسي. ولغاز ثاني أكسيد النيتروجين آثار غير مباشرة حيث يتفاعل مع المواد المعضوية المتطايرة الموجودة في الجو ليشكل بعض الملوثات وأهمها الأوزون. كذلك يتفاعل غاز ثاني أكسيد النيتروجين مع بعض المركبات الكيميائية في الجو ليشكل حامض النتريك والذي يساهم في تشكل الأمطار الحمضية.

٣) ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

حوالي ٩٠% من كميات غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعث في الجو تنتج عن عملية احتراق الفحم، وكذلك من مصافي تكرير النفط. ومن آثاره السلبية أنه يتفاعل مع بخار الماء الموجود في الجو ليشكل حامض الكبريتيك والذي يساهم في تشكيل الأمطار الحمضية. وقد أظهرت الدراسات أن مناطق واسعة من شرق الولايات المتحدة الأمريكية وكندا التي تكثر فيها البحيرات تتعرض للأمطار

الحمضية مما يؤثر على حياة الأسماك في تلك المناطق. ويؤثر ثاني أكسيد الكبريت في الجو على الأشجار وكذلك مقتررة النباتات على امتصاص المعادن من التربة. ومن الآثار الأخرى أنه يعمل على تآكل المعادن في المنشآت.

٤ الرصاص (Lead)

تعتبر وسائل النقل من أكبر مصادر التلوث بالرصاص وذلك لما يحتويه الوقود من هذا العنصر. وقد قلت كميات الرصاص المنبعثة في الهواء في الآونة الأخيرة بسبب استعمال الوقود الخالي من الرصاص في العديد من الدول، ولكن تبقى هناك مصادر أخرى لهذا العنصر مثل مصانع البطاريات ومصانع صهر المعادن. ويسبب استنشاق هواء ملوث بالرصاص مضاعفات صحية والتي قد تصل إلى حدوث خلل دائم في الدماغ أو إلى الموت في حالة تجمع كميات كبيرة من عنصر الرصاص في الجسم.

٥ الحبيبات الدقيقة (Particulates)

وتشمل الحبيبات الدقيقة في الجو (الأغبرة) أو اللـ (*Dust*) أو الأبخنة السوداء (*Soot*) وغيرها. ولعل أكثر من ٩٠% من هذه الحبيبات المنتشرة في الهواء ناتجة عن الأغبرة المنبعثة من الحقول أو الناتجة من عمليات إنشاء المباني والطرق، أو من المناجم. وتؤثر الحبيبات الدقيقة والتي قطرها أقل من ١٠ ميكرون على الجهاز التنفسي والقنوات الهوائية وقد تحدث خللا في الرئتين. وبعض هذه الحبيبات قد يسبب السرطان وخاصة الأبخنة السوداء المنبعثة من عوادم السيارات أو حرق الخشب أو الفحم. ولعل العديد يستمتع برائحة شوي اللحم، إلا أن هذه الروائح وما يرافقها من أبخرة قد تكون ضارة جدا.

٦ المركبات العضوية المتطايرة

ومصدر هذه الملوثات إما الوقود غير المحترق تماما والمنبعث خلال المداخن أو الغازات العضوية وغيرها. ومن آثارها السلبية أن العديد منها تسبب أو قد تسبب السرطان. بالإضافة إلى هذا، فإن هذه الملوثات وبوجود غاز ثاني أكسيد النيتروجين تؤدي إلى إنتاج غاز الأوزون.

٧) الأوزون والغازات المؤكسدة الأخرى

تتكون هذه الملوثات نتيجة تفاعل غاز ثاني أكسيد النيتروجين والمواد العضوية المتطايرة في وجود أشعة الشمس. وللتعرض لهواء ملوث بغاز الأوزون يؤدي إلى شعور بانقباض في الصدر كما يؤدي إلى حساسية في الجيوب الأنفية. بالإضافة إلى هذا فإن غاز الأوزون يؤثر على نمو النباتات ويقلل من إنتاجية المحاصيل. ومن الغازات المؤكسدة الأخرى مركب الفورمالدهايد والذي يسبب حرقاً في العين.

٤-٢-٥ معايير نوعية الهواء

وضعت هيئة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية معايير أساسية لحماية الصحة العامة. وتشتمل هذه المعايير في الوقت الحالي على ستة ملوثات هي: أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد النيتروجين، غاز الأوزون، ثاني أكسيد الكبريت، الحبيبات الدقيقة، والرصاص. ويبين الجدول رقم (١١) الحد الأعلى لتركيز هذه الملوثات في الهواء مقروناً بفترة التعرض للملوث. وكما يظهر من الجدول فإنه كلما زادت مدة التعرض لملوث ما فإن الحد الأعلى المسموح به في الهواء يقل لتفادي حدوث مشاكل صحية.

جدول ١١. معايير نوعية الهواء المحيط

الحد الأعلى (ميكروجرام/م ^٣)	الحد الأعلى (جزء في المليون)	متوسط فترة للتعرض	الملوث
١٠ ٤٠	٩ ٣٥	٨ ساعات	أول أكسيد الكربون
١٠٠	٠,٠٥٣	سنة	ثاني أكسيد النيتروجين
١٥٥	٠,٠٨	٨ ساعات	الأوزون
٨٠ ٣٦٥	٠,٠٣ ٠,١٤	سنة ٢٤ ساعة	ثاني أكسيد الكبريت
٥٠ ١٥٠	— —	سنة ٢٤ ساعة	الحبيبات الدقيقة
١,٥	—	٣ أشهر	الرصاص

٥-٢-٥ مؤشر معايير التلوث (Air Quality Index)

لقد تم تطوير ما يسمى "مؤشر معايير التلوث" وهو وصف عام لحالة الجو من منظور التلوث، ويتم تحديد مؤشر نوعية الهواء عن طريق معرفة تراكيز العناصر الموجودة في الجدول رقم (١١) باستثناء الرصاص. وبناء على ذلك يتم تحديد قيمة مؤشر معايير التلوث كما هو مبين في جدول رقم (١٢). ويتم حساب مؤشر معايير التلوث من خلال حساب للمؤشر لكل ملوث من الملوثات المدرجة في جدول رقم (١٣)، ومن ثم تؤخذ أعلى قيمة من هذه المؤشرات ويتم اعتبارها مؤشر معايير التلوث.

جدول ١٢. مؤشر معايير التلوث ووصف حالة الجو.

مضاعفات صحية	حالة الجو	قيمة المؤشر
لا توجد أية مضاعفات	جيدة	صفر - ٥٠
قد يتأثر عدد قليل من الأشخاص ولكن بشكل عام لا يوجد أية مضاعفات	متوسطة	٥١ - ١٠٠
يتأثر الأشخاص ذوي الحساسية، وقد تظهر بعض الأعراض لدى الأشخاص ذوي الصحة الجيدة أيضا.	غير صحية	١٠١ - ١٩٩
تظهر مضاعفات كبيرة خاصة عند الأشخاص المصابين بأمراض القلب والرئة. ويظهر انتشار واسع للأعراض لدى الأشخاص ذوي الصحة الجيدة أيضا.	غير صحية جدا	٢٠٠ - ٢٩٩
تظهر مضاعفات كبيرة على الأشخاص ذوي الصحة الجيدة وتبدأ بعض الأمراض في الظهور.	خطرة	٣٠٠ - ٤٠٠
تظهر حالات وفاة عند بعض الأشخاص المرضى والمعزة.	خطرة جدا	أكثر من ٤٠٠

جدول ١٣. مؤشر التلوث لكل ملوث

المؤشر	الملوث لفترة التعرض	أول أسد الكربون (ppm) ٨ ساعات	ثاني أكسيد النيتروجين (ppm) ساعة	الأوزون (ppm) ساعة	ثاني أكسيد الكبريت (ppm) ٢٤ ساعة	الحبيبات الدقيقة (ميكروجرام/م ^٣) ٢٤ ساعة
صفر	صفر	صفر	---	صفر	صفر	صفر
٥٠	٥٠	٤,٥	---	٠,٠٦	٠,٠٣	٥٠
١٠٠	١٠٠	٩	---	٠,١٢	٠,١٤	١٥٠
٢٠٠	٢٠٠	١٥	---	٠,٢٠	٠,٣٠	٣٥٠
٣٠٠	٣٠٠	٣٠	١,٢	٠,٤٠	٠,٦٠	٤٢٠
٤٠٠	٤٠٠	٤٠	١,٦	٠,٥٠	٠,٨٠	٥٠٠
٥٠٠	٥٠٠	٥٠	٢,٠	٠,٦٠	١,٠٠	٦٠٠

٦-٢-٥ الطرق الفنية الواجب اتباعها لحمولة البيئة من تلوث الهواء

١. تحسين كفاءة و صيانة الأجهزة العامة وإدارتها بمهندسين وفنيين مهرة.
٢. ضرورة الصيانة الدائمة لمعدات الاحتراق للتقليل من الغازات السامة المنطلقة مع إمكانية وضع مرشحات (فلاتر) على المدخلات للحد من الغازات المتصاعدة ومتصاص الغبار.
٣. إنقاص حجم الحركة المرورية في المجمعات المدنية وذلك بتحسين الطرق وتوقيف إشارات المرور والاهتمام بحالة محرك الاحتراق الداخلي للسيارات للإقلال من لتهبث الغازات الملوثة.
٤. تحسين وسائل التكلفة المنزلية، وعدم تخزين التبيغ في الأماكن العامة والمغلقة والقيام بحملات توعية جادة للحد من الملوثات الغازية.
٥. استخدام مقالب القمامة المغطاة والمدافن البعيدة عن المدن للحد من التلوث بالمخلفات.
٦. إبعاد المنشآت الصناعية عن مراكز التجمعات البشرية مع مراعاة اتجاه الرياح عند إقامتها ومعالجة مخلفات المصانع وتحويلها إلى منتجات ذات فائدة وتكون أقل تلويثاً للبيئة.

٧. وضع تشريعات ولوائح ومقاييس خاصة بالتركيز القصوى للملوثات المسموح بوجودها في الهواء، بخاصة في هواء المدن والمناطق الصناعية مع الاعتماد على هيئات ومنظمات لتنفيذ هذه التشريعات ومراقبة المخلفات.
٨. البحث عن مصدر بديل ونظيف للطاقة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الذرية لا يستخدم فيه وقود يحتوي على ملوثات مثل الرصاص والكبريت.

٣-٥ تلوث الماء Water Pollution

للماء العديد من الملوثات نتيجة للأنشطة المختلفة التي يقوم بها الإنسان كما يلي:

١. المخلفات المستهلكة للأكسجين

وهي مركبات عضوية قابلة للتحلل الحيوي وتوجد في المخلفات الصناعية ومجاري المياه مسببة انخفاض مستوى الأكسجين في المياه مما يؤثر على نمو الحيوانات والنباتات المائية.

٢. المركبات العضوية المختلفة Synthetic organic compound

وهذه تضم العديد من المركبات الكيميائية المغلفة والدخلة في الحديد من الصناعات الكيميائية مثل صناعة المبيدات والمنظفات وتعتبر سامة للأحياء المائية وضارة على الزراعة والحيوان والإنسان.

٣. المغذيات النباتية Plant nutrient

وهذه عناصر مثل النتروجين والفسفور والتي تستخدم كأسمدة في التربة وكذلك كناتج لمحطات معالجة مياه المجاري وهذه تلوث الماء وتساعد على نمو الطمي من الأعشاب المائية.

٤. العوامل المسببة للأمراض Disease causing agents

هذه تشمل الكائنات الدقيقة الممرضة مثل البكتريا والفيروسات أو الأميبا والتي تنتقل للإنسان عن طريق شرب الماء. وكذلك الديدان الطفيلية التي تنتسب إلى الماء عن طريق مياه الصرف الصحي ومخلفات الحيوانات.

٥. الرواسب والمواد العالقة Sediments

وهي عبارة عن حبيبات التربة والحبيبات الرملية المعدنية التي تنتج عن طريق الانجراف المائي من اليابسة وتؤدي إلى تلوث قاع البحيرات ولشعب المرجانية وطمر المحار وهي تؤدي إلى تعرية سطح التربة من الطمي وتلوث ماء الأنهار والبحيرات والخزانات الصناعية والقنوات الملاحية والموانئ.

٦. المواد الكيميائية غير العضوية Inorganic chemicals

وهي جميع المركبات غير العضوية والمعدنية التي تكون الأحماض والأملاح والعناصر القليلة مثل الزئبق والكالسيوم والزرصاص، والكثيرة مثل صناعة استخراج المعادن والمبيدات والدهانات والبطاريات الكهربائية ومن أهم أشكاله مادة ثلاثي ميثيل الرصاص التي تضاف إلى الوقود وتشكل المصدر الرئيسي للتلوث به وتشير الدراسات إلى أن المصانع تقف سنويا أكثر من ٢٥٠ ألف طن من الرصاص وقد زادت نسبة تركيز الرصاص في مياه المحيطات القريبة من المناطق الملوثة أي مصانع الرصاص وقد تصل تركيزها إلى ٤٨٠ جزءا من المليون وقد أثر ذلك بشكل كبير على الكائنات البحرية التي يحد الرصاص من نموها وتكاثرها وتسبب في موتها. أما الزئبق فقد وصل تركيزه في المياه الملوثة إلى حد ٠,٥ جزء من المليون وهو الحد الأعلى المسموح به وحسب الدراسات فقد تسبب ارتفاع تركيز الزئبق في ظهور أعراض شلل عضلات الديدان والأرجل لدى كثير من الصيادين وعائلاتهم الذين يعيشون قريبا من تلك المناطق وكذلك فإن مرض (المينا ماتا) يعتبر الزئبق هو المسبب له ويشتمز الزئبق بخواصه من التراكمية وقد تسمم بسببه كثير من الأطفال وتوفي بعضهم. أما للكالسيوم والزنك وغيرها حيث تلغني مياه البحار

والمحيطات والأنهار والبحيرات كميات كبيرة منها ويسبب أضرارها وهو الكاديوم الإصابة بالتسمم وتغير تركيب الدم وفقره ويسبب اضطرابات بالعظام.

٧. المواد المشعة *Radioactive substances*

وهذه تذوب في الماء إما عن طريق الصخور الطبيعية المحتوية على اليورانيوم والثوريوم أو عن طريق تصنيع المواد المشعة أو الأسلحة النووية. وهذه ضارة جدا وتؤدي إلى التلوث الإشعاعي للمياه والتي تنعكس بدورها على الإنسان. وتسبب الإشعاعات الصادرة من هذه المواد "الظواهر المشعة" في نشوء المواليد وحدوث السرطان وأيضا تتسبب في كثير من الجيوب الخلقية الوراثية.

٨. القذف الحراري *Thermal discharge*

وهذه ناتجة عن المياه المستخدمة في تبريد المصانع ومحطات الطاقة والمكيفات وهي ذات درجة حرارة عالية وينقصها كثير من الأكسجين وتؤدي إلى تلوث المياه الجوفية.

مصادر تلوث المياه *Sources of water pollution*

تنقسم مصادر تلوث المياه إلى ملوثات طبيعية وصناعية وهي كالآتي:

١. الملوثات الطبيعية *Natural pollutants*

وهذه جميع المخلفات العضوية التي تراكمت عبر السنين عن طريق طمر الكائنات الحية وتحلل المواد العضوية الميتة ثم تسربها إلى الطبقات المائية. هذا ويوجد العديد من العناصر الثقيلة الملوثة للماء وذلك عن طريق ذوبان الصخور أو تسرب مياه الأمطار وحمله للمبيدات الحشرية والقطرية والعشبية وكذلك الأسمدة الكيميائية. هذا ويؤدي الانجراف المائي إلى تلوث المياه بالطمي وعدم صلاحيتها للشرب مما يؤدي إلى إخلال في النظام البيئي ينتج عنه عدم صلاحية هذا الماء الملوث للاستخدام الأممي.

٢. الملوثات الصناعية *Industrial pollutants*

لعل من أهم ملوثات المياه هو الكم الهائل الذي تخرجه المنشآت الصناعية من مخلفات وبقايا منتجات صناعية تحتوي على ملوثات كيميائية ضارة سواء هذه الملوثات تنوب في الماء وتؤثر على نمو الكائنات والنباتات والحيوانات المائية أو المواد التي تسبب تسمما للإنسان مثل العناصر الثقيلة المستخدمة في الصناعات المعدنية وصناعة المبيدات مثل أملاح الرصاص والزرنيخ والنحاس والزنك وخلافه.

هذا ويدخل الرصاص كعنصر أساس في العديد من الصناعات مثل صناعة البويات والبطاريات والوقود مما يؤدي ارتفاعه في منسوب المياه إلى كثير من الأضرار على صحة الإنسان. هذا ويؤدي الكاديوم والنحاس والزنك والكروم والكوبالت والطين والأملاح المعدنية المنحلة إلى تلوث المياه وتؤثر كثيرا على الزراعة وذلك لتراكمها في الأنسجة للنباتات مما يسبب انتقالها إلى الإنسان أو الحيوان. هذا وإن استخدام الزئبق في العديد من الصناعات يؤدي إلى تسمم المياه مما يسبب أعراض شلل العضلات للبدن والرجلين ويؤدي إلى تسمم وراثي عند الأطفال وإلى اختلال النطق وسوء فسي الرؤية. بالإضافة إلى ذلك، فإن مخلفات صناعة الورق مثلا تعتبر مصدرا كبيرا لتلوث الأنهار والبحيرات بالمواد العضوية والألياف الخشبية وقشور الأشجار وغيرها من المواد التي تستخدم أساسا في تلك الصناعة، فمثلا تعطي الماء طعما غير مستساغ ورائحة كريهة وتغير في اللون وتظهر الأوساخ على الشواطئ ويضر كل ذلك بالحيوانات المائية وخاصة الأسماك التي تموت بسبب ذلك أو تهجر المكان. كذلك هناك تلوث بسبب قذف المخلفات البشرية المائلة والصلبة إلى المصطحات المائية وأيضا تلوث الماء بسبب وصول المواد المشعة إلى الماء وهي من الملوثات شديدة الخطورة.

٣. الملوثات النفطية *Oil Pollution*

يعتبر النفط ومشتقاته من بنزين وديزل وزيت وخلافه ضرورة كبرى في حياة الإنسان لتوليد الطاقة وكذلك في عملية النقل والمواصلات، إلا أن النفط الذي تلقىه المصافي إلى البحر أو البحيرات أو عن طريق تسرب ناقلات النفط أو مثل تسرب حقول نفط الكويت يعتبر من أكثر الكوارث التي تضر مياه البحار وتؤثر تأثيرا مباشرا على الحياة النباتية والحيوانية في مياه البحار والمحيطات. وتسرب النفط وانتشاره يكون طبقة رقيقة عازلة للتبادل الغازي بين الهواء والماء مما يجعل تشبع الماء بالأكسجين عملية صعبة. وهذا يؤدي إلى حرمان النباتات والحيوانات المائية من الأكسجين

الذائب في الماء ويؤدي إلى موتها. وهي بذلك تؤثر على السلسلة الغذائية ويعني إصابة الهائمات الحيوانية *Zoo Plankton* والمحار والأسماك والروبيان وكذلك النباتات المائية.

٥-٤: تلوث التربة Soil Pollution

هناك مشكلات كثيرة تتعلق بصحة الإنسان وبيئته ناتجة بسبب تلوث التربة بالمواد الكيميائية أو غيرها. وقد يحدث تلوث التربة بطرق مباشرة مثل استعمال المبيدات الزراعية أو المخلفات الضارة الناتجة عن بقايا المواد المستخدمة في الصناعة، أو بطرق غير مباشرة عند ترسب المواد الملوثة للماء على التربة مما يؤثر على خصوبتها وبالتالي ينخفض إنتاجها بالإضافة إلى أثر بعض المكونات على نمو النبات وتكوينه. وينتقل هذا الأثر إلى الإنسان والحيوان بطرق غير مباشر مما يسبب كثيراً من الأمراض مثل السرطان وأمراض الكلى والكبد وغيرها. ويمكن تصنيف أنواع ملوثات التربة إلى:

١. تلوث ناتج عن الأسمدة الكيميائية *Fertilizer Pollution*
٢. تلوث ناتج عن استخدام المبيدات *Pesticide Pollution*
٣. تلوث ناتج عن طريق مياه المجاري *Sewage Pollution*
٤. تلوث ناتج عن طريق مياه الصرف الصحي *Sewage Water Pollution*

تلوث التربة بالمخلفات الضارة: ويشمل ذلك المواد التالية:

١. المواد القابلة للاشتعال مثل زيت البترول والمذيبات العضوية
٢. المواد التي تحتوي على الميافيد وتطلق منها أبخرة سامة
٣. المواد المسببة في تآكل المعادن مثل الأحماض والقلويات القوية
٤. المواد السامة مثل المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات ومركبات الرصاص والزرنيخ والزرنيق

وتأتي هذه الملوثات من النفايات التي تدفن في باطن الأرض أو تحقن في الآبار السيقة أو توضع على سطح التربة. وبالإضافة إلى هذا، فإن هذه الملوثات تصل إلى المياه الجوفية التي تستخدم في كثير من الأحيان في الشرب وفي الأغراض المنزلية والزراعة مما له كبير الأثر السلبى على الإنسان والحيوان والنبات الذي يستخدم تلك المياه الملوثة.

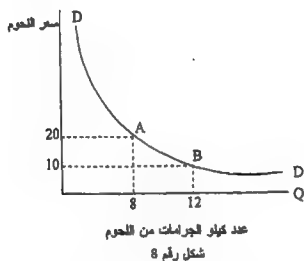
٥-٥ الآثار الاقتصادية والاجتماعية لتلوث البيئة

توفر البيئة المواد الخام التي تدخل في العملية الإنتاجية وكذلك الطاقة اللازمة للعملية الإنتاجية كما أن البيئة تستقبل في النهاية المخلفات الناتجة عن عمليات الإنتاج والاستهلاك، أي أن البيئة باختصار تمدنا بمختلف الخدمات التي تكفل بقاء الإنسان مثل تنفس الهواء والغذاء والشراب والمأوى والملبس ووسائل الراحة والجمال ومباهج الحياة البرية والقطرية. أما المخلفات التي تعود إلى البيئة فإنها تقلل من قيمة الأصول البيئية حينما تزيد عن قدراتها الاستيعابية حيث تقلل من الخدمات البيئية النافعة للإنسان فتلوث الهواء مثلاً يمكن أن يحدث مشاكل في الجهاز التنفسي للإنسان. كما أن مياه الشرب الملوثة قد تؤدي إلى الإصابة بالسرطان والدخان الكثيف قد يؤدي إلى مشاكل بيئية كبيرة للإنسان وكذلك للحياة البرية والقطرية. إن العلاقة بين الإنسان والبيئة تخضع للدراسة الاقتصادية التي تساعد في تحديد الخيارات الملائمة لاستغلال الأصول البيئية والموارد الطبيعية بشكل يضمن التنمية المتواصلة وحقوق الأجيال القادمة في أن تنعم بالموارد المتاحة سواء كانت موارد متجددة أو موارد قابلة للاستنزاف *Depletable* وغير قابلة للتدوير *Nonrecyclable*.

٥-٥-١ الاقتصاد وتلوث البيئة

يتوقف استخدام الموارد البيئية على حقوق الملكية التي تنظم تلك الموارد فكل المنافع والتكاليف المرتبطة بملكية واستخدام مورد معين يجب أن تزول إلى المالك. كما أن حقوق الملكية قابلة للانتقال من مالك إلى مالك آخر وفقاً لشروط التبادل المتفق عليها بينهما. ويجب أن تكون حقوق الملكية مصانة وأمنة من تعدى الآخرين عليها. ويرتّب على ذلك أن المالك لمورد بيئي معين يكون لديه الحافز القوي لاستخدام ذلك المورد بكفاءة. ويمكن التذليل على أن تطبيق حقوق الملكية بكاملها يساهم في عملية التنمية المتواصلة حيث إن المنتج يكون له الحق في منع المستهلك من شراء أي كمية من السلعة ما لم يدفع للمستهلك قيمة تلك السلعة وفقاً لما تحدده ظروف السوق الخاصة بها. ومن جهة أخرى فإن المستهلك يحدد الكمية التي يجب أن يشتريها بحيث تعظم صافي منفعة. في كثير من التحليلات الاقتصادية للمشاكل البيئية يتم الاستعانة بالأشكال البيانية ذات المحورين حيث يقاس أحد المتغيرات على المحور الأفقي ويقاس المتغير الآخر على المحور الرأسي. على سبيل المثال يوضح الشكل رقم (8) منحني الطلب الفردي على اللحوم ويوضح المحور الرأسي سعر الكيلوجرام من اللحوم ويوضح المحور الأفقي عدد الكيلوجرامات من اللحوم

التي يرغب الفرد في شرائها وتعرف نقطة تلاقي المحورين بنقطة الأصل وتوضح النقطة A على منحنى الطلب DD توليفة من السعر والكمية فإذا كان السعر 20 درهم للكيلو جرام فإن الطلب الفردي علي اللحم يكون 8 كيلو جراماً. وإذا انخفض السعر إلى 10 دراهم للكيلو جرام فإن الطلب يزداد إلى 12 كيلو جراماً كما يتضح من النقطة B.



وبلاحظ أن المعلومات التي يمكن استقراؤها من منحنى الطلب تتعلق بالسعر والكمية فقط فلا يمكن علي سبيل المثال معرفة طبيعة الشخص الذي يطلب اللحم ومقدار دخله الشهري أو نوع المنزل الذي يقطن فيه من منحنى الطلب. ومن الواضح أن منحنى الطلب ينحدر إلى أسفل كلما توجهنا إلى اليمين وفي هذه الحالة يقال إن منحنى الطلب سالب الميل، لأن هناك علاقة عكسية بين السعر وبين الكمية المطلوبة. وغالباً ما يعتمد التحليل الاقتصادي لمشاكل البيئة على ما يعرف بالتحليل الحدي ولتوضيح ذلك ، نفترض أن الكلفة الكاملة لنقل مسافر على خطوط الخليج من دبي إلى القاهرة 350 دولار. هل تستطيع شركة الطيران أن تقدم تذكار مخفضة بقيمة 250 دولار للراغبين في السفر بنظام الاحتياطي؟ للإجابة على ذلك السؤال فإن التكاليف الإضافية مثل كتابة وإعداد التذاكر، والوجبات التي يستهلكها المسافرون، والوقود الإضافي ... الخ، هي التي تهم في الإجابة وعناصر التكاليف تلك تعرف بالتكاليف الحدية *Marginal Cost* وغالباً ما تكون صغيرة بالمقارنة بالكلفة الكاملة لنقل المسافر والتي تغطي تكاليف الصيانة، حقوق الهبوط في المطارات، أطعم الصيانة ، الخ وتدفع تلك التكاليف الكاملة سواء قامت الطائرة بحشرين راكباً أو قامت بشماتين راكباً. أما التكلفة الحدية فإنها تنفع لكل راكب إضافي من قائمة الاحتياطيين. وعلى ذلك فقد يكون من المربح لشركة الخليج أن تقلع بعدد أكبر من الركاب باستخدام التذاكر المخفضة للاحتياطيين.

ويوضح ذلك المثال أن فهم واضعي السياسات لمبدأ التكلفة الحدية يمكن أن يساهم بشكل واضح في كفاءة الشركات المختلفة.

ويوضح المثال التالي كيفية استخدام التحليل الحدي للتعرف على مستوى التسميد الأمثل إذا كان سعر السماد 10 دراهم وسعر القمح 20 درهماً.

كمية السماد	إنتاج القمح الكلي	الزيادة في التكاليف Added Cost	الزيادة في العائد Added Revenue
0	1.00	-	-
1	2.50	10	30
2	3.50	10	20
3	4.00	10	10
4	4.50	10	10
5	4.75	10	5
6	4.50	10	-5

ويشير التحليل الحدي إلى أن أربع وحدات من التسميد تحقق أقصى ربح للمزارع وهو الفرق بين العائد الكلي (20 x 4.5) والتكاليف الكلية (10 x 4.0) أي أن الربح يساوي 50 درهماً ويمكن تحديد المستوى الأمثل للتسميد عند مساواة الزيادة في التكاليف (التكاليف الحدية) مع الزيادة في العائد (العائد الحدي) ويتضح أيضاً أن المقررات السمادية تعتمد على سعر السماد وكذلك على سعر القمح وليس على الاعتبارات الفنية فقط. وبفرض أن أسعار الأسمدة الكيماوية تم تخفيضها من 10 دراهم للوحدة إلى 5 دراهم فقط نظراً لتدخل الحكومة في السوق مثلاً ورغبتها في دعم المزارعين عن طريق تخفيض أسعار مستلزمات الإنتاج الزراعي. في هذه الحالة تتغير حسابات المزارع كما يوضحها الجدول التالي :

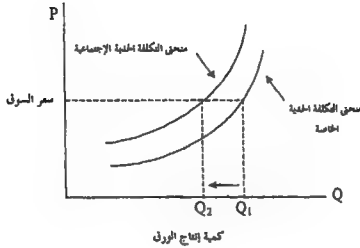
كمية السماد	إنتاج القمح الكلي	الزيادة في التكاليف Added Cost	الزيادة في العائد Added Revenue
0	1.00	-	-
1	2.50	5	30
2	3.50	5	20
3	4.00	5	10
4	4.50	5	10
5	4.75	5	5
6	4.50	5	-5

وهنا يلاحظ أن من مصلحة المزارع في هذه الحالة استخدام خمس وحدات من السماد، لأن عند ذلك المستوى للتسميد يحقق المزارع عائد قدره 95 درهماً بينما تكون تكاليف السماد 25 درهماً أي أن يحقق ربحاً

لو عائدا صليفا يبلغ 70 درهما وهو أعلى ربح يمكن أن يحقق عند أي مستوى للتسميد. يترتب على ذلك أن للتدخل في سوق السماد عن طريق تخفيض السعر أدى إلى زيادة استخدام التسميد الكيماوي من أربع وحدات إلى خمس وحدات وبالتالي تزداد معها احتمالات التلوث الناتجة عن استخدام الكيماويات الزراعية. وعموماً فإن سياسات تحرير الأسعار الزراعية وتخفيض الدعم على مستلزمات الإنتاج تؤدي إلى تقليص حجم الملوثات المقترنة باستخدام الكيماويات الزراعية.

عندما يقوم مصنع خالص للجبز على ميلل المثال بدفع تكاليف العمالة، والمعدات، والمواد الخام والطاقة فإنه يعمل كل شيء في استطاعته لتجنب الخسارة في تلك الموارد. ولكن عندما يقوم مصنع للورق بالتخلص من منتجاته الثانوية في النهر القريب فإن مالك المصنع لا يدفع أي شيء لمعالجة الضرر الواقع على البيئة. وهنا تكمن المشكلة في أن تكاليف إنتاج الجبز يتحملها المصنع بالكامل، أما تكاليف التخلص من المنتجات الثانوية لمصنع الورق فإنها تحمل للمجتمع الذي يعتمد على النهر ولا يتحملها المصنع. وبالتالي لا يوجد حافز لمصنع الورق للحفاظ على البيئة. ويرى الاقتصاديون أن الحل هو أن يتحمل مصنع الورق تكاليف الضرر الواقع على البيئة وبالتالي يكون لديه الحافز للتقليل من حجم هذا الضرر بقدر الإمكان وقد يتم ذلك من خلال فرض ضريبة على حجم المواد الكيماوية الملقاة في النهر. ويطلق على المنتجات الثانوية للمصنع والتي تؤثر على البيئة المحيطة لفظ الخارجيات السالبة *Negative Externalities*.

ويشير الشكل رقم (9) أن أخذ تلك التأثيرات الخارجية في الاعتبار من شأنه أن يخفض إنتاج المصنع من الورق من Q_1 إلى Q_2 إذا تم أخذ التكاليف الاجتماعية في الاعتبار مثل تكاليف الرعاية الصحية وتكاليف تنظيف النهر وخلافه. حيث يتبين أن منحني التكاليف الحدية الاجتماعية يقع أعلى منحني التكاليف الحدية الخاصة أي أنه عند أي مستوى للإنتاج تكون التكاليف الاجتماعية التي يتحملها المجتمع ككل أكبر من التكاليف الخاصة التي يتحملها المصنع فقط.



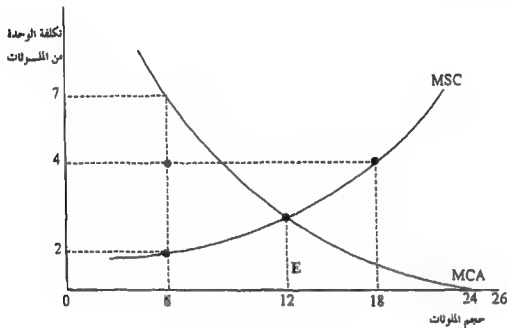
شكل رقم 9

هذا وتوجد التأثيرات الخارجية أو الخارجية *Externalities* عندما تتوقف رفاهية المنشأة أو الأسرة ليس فقط على أنشطتها. الخاصة بها ولكن أيضاً على أفعال المنشآت الأخرى أو الأسر المجاورة. ففي المثال السابق يشكل التخلص من النفايات في النهر تكلفة خارجية قد يتحملها صائدو الأسماك أو أصحاب الفنادق المباحية التي تقع على النهر. وبالتبع فإن تلك التكلفة الخارجية لا يأخذها مصنع الورق في الاعتبار عند تحديد الكمية التي ينتجها. ويلاحظ أن منحنى التكاليف الحدية الخاصة بإنتاج الورق لا تشمل تكلفة مراقبة التلوث ولا تشمل التكاليف الاجتماعية التي تتحملها الأطراف الأخرى مثل الصيادين (في شكل تدهور إنتاج السمك) والفنادق المباحية (في شكل قلة الإقبال عليها نظراً لتلوث النهر). ولكن المجتمع ككل يجب أن يأخذ في الحسبان كلاً من تكلفة إنتاج الورق من ناحية وتكلفة التلوث من ناحية أخرى ولذلك فإن منحنى التكاليف الحدية الاجتماعية يشمل النوعين من التكاليف.

ويتضح من الشكل رقم (2) أن عدم أخذ التكاليف الاجتماعية في الاعتبار يؤدي إلى النتائج التالية :

- ١- إنتاج كبير من المصلحة المسببة للتلوث (Q_1 بدلاً من Q_2)
- ٢- إنتاج كمية أكبر من الملوثات
- ٣- أسعار المنتجات المسببة للتلوث منخفضة
- ٤- عدم وجود حافز للبحث عن وسائل بديلة للإنتاج تكون أقل تلويثاً للبيئة

ويمكن حث المصنع الملوث للبيئة على تخفيض حجم إنتاجه ومن ثم تخفيض حجم الملوثات الناجمة عنه بفرض ضريبة على الإنتاج كما يوضح المثال التالي. نفترض أن مصنع للأسمتنت تنتج منه الملوثات التي تصد نفاة الهواء في منطقة سكنية معينة وهنا نفترض أن هناك نسبة ثابتة بين حجم الإنتاج من الأسمتنت وبين حجم انبعاث الملوثات وبالتالي فإن القرار الذي يتخذه صاحب المصنع لتحديد حجم إنتاج الأسمتنت هو في الواقع قرار أيضاً بتحديد حجم انبعاث الملوثات الخارجة من المصنع. ويوضح الشكل رقم (10) ذلك المثال بيانياً حيث يظهر المحور الأفقي حجم انبعاث الملوثات وبين المحور الرأسي تكلفة الوحدة الواحدة من الملوثات



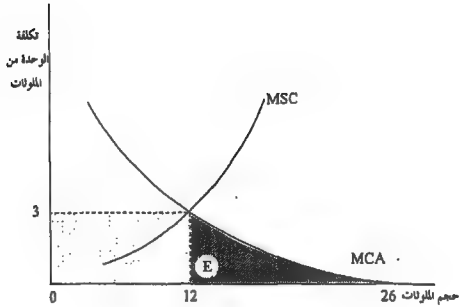
شكل رقم (10) : تحديد مستوى الملوثات

يوضح المنحنى MSC التكلفة الحدية الاجتماعية للملوثات، وهو يمثل التكلفة الاجتماعية للضرر الواقع على البيئة من انبعاث الملوثات ويلاحظ أن هذا المنحنى يتجه إلى أعلى ناحية اليمين، لأن التكلفة الحدية الاجتماعية للتلوث تزداد مع ازدياد حجم الملوثات، أما المنحنى MCA فهو عبارة عن منحنى التكاليف الحدية للتخلص من الملوثات *Marginal Cost of Abating Emissions* وهو يقاس الزيادة في التكاليف التي يتحملها المصنع من جراء تركيب معدات للتحكم في حجم الملوثات ويتجه هذا المنحنى من أعلى إلى أسفل ناحية اليمين لأن التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات تكون منخفضة عندما تكون الكمية

المطلوب للتخلص منها صغيرة حيث يلاحظ من الشكل أن التكلفة الحدية لتخفيض حجم الملوثات من 26 وحدة إلى 25 وحدة تكاد تقترب من الصفر فقد يتم ذلك مثلاً عن طريق إعادة جدولة الإنتاج بحيث تتبع معظم الملوثات أثناء الليل عندما يكون عدد قليل من الناس في الشوارع والعكس صحيح فعندما تزداد كمية الملوثات المطلوب التخلص منها تزداد التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات ، لاحظ من الشكل أن تقلص حجم الملوثات من 26 إلى 6 فقط يؤدي إلى زيادة التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات إلى 7 درهم وذلك لأن التخلص من كميات كبيرة من الملوثات قد يستلزم تعديلات كبرى في عملية الإنتاج.

ولأن التخلص من الملوثات عملية مكلفة للمصنع ولا توفر أي منفعة مباشرة له فإن المصنع لو تركه لحاله يفضل انبعث 26 وحدة من الملوثات لأن التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات عند هذا المستوى تكون مساوية للصفر ولكن من الناحية الأخرى تكون التكلفة الحدية الاجتماعية مرتفعة جداً عند هذا المستوى الكبير من التلوث ولذلك فإن المستوى المناسب للتلوث من وجهة نظر المجتمع يتحقق عند النقطة E أي عندما تتساوى التكلفة الحدية الاجتماعية للملوثات (MSC) مع التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات (MCA) أي عند 12 وحدة، لاحظ أنه عند أي مستوى للملوثات أكبر من 12 تكون التكلفة الاجتماعية للتلوث أكبر من تكلفة التخلص من الملوثات وبالتالي يكون من مصلحة المجتمع التخلص منها. أما عند أي مستوى للملوثات أقل من 12 تكون التكاليف الحدية للتخلص من الملوثات أكبر من التكاليف الاجتماعية الحدية أي أن المجتمع يدفع للتخلص من وحدة واحدة للملوثات أكثر مما يعود عليه من منافع اجتماعية نظير التخلص من تلك الوحدة من الملوثات.

ولحث المصنع على التقيد بالحجم الأمثل للتلوث من وجهة نظر المجتمع يمكن فرض رسم التلوث *Emission Fee* على كل وحدة من الملوثات التي تتبع من المصنع ويحدد ذلك الرسم عدد مستوى 3 درهم كما في الشكل رقم (11). ويلاحظ أن عند أي حجم للملوثات أكبر من 12 تكون التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات أقل من رسم التلوث .

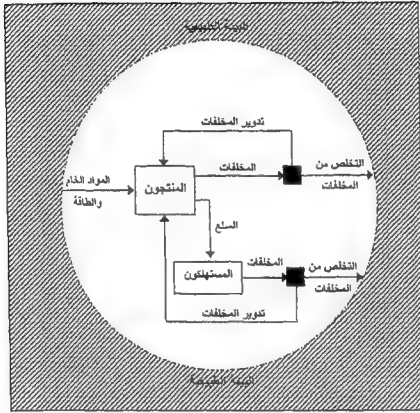


شكل رقم (11) : رسم التلوث

وبالتالي يكون من مصلحة المصنع تركيب معدات لتقليص حجم الملوثات من 26 إلى 12 أما عند أي مستوى للملوثات أكبر من 12 تكون من مصلحة المصنع دفع رسم التلوث، لأنه يكون أقل من التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات التي يمكن أن يتحملها المصنع لو أخذ على عاتقه عملية تقليص الملوثات إلى مستوى أقل من 12. وتمثل المساحة المنقطة تكاليف رسوم التلوث التي يدفعها المصنع بينما تمثل المساحة المظلمة إجمالي تكلفة التخلص من الملوثات عن طريق تركيب معدات تتحكم في حجم الملوثات أو عن طريق تغيير ممارستها الإنتاجية بطريقة أو بأخرى .

٦-٥ المخلفات

بعد الإنتاج والاستهلاك من أهم الوظائف التي يقوم بها أي مجتمع، وتعمل البيئة على توفير الموارد الخام والطاقة اللازمة لإجاز مهام الإنتاج والاستهلاك فالنظام الاقتصادي يقع في قلب البيئة الطبيعية التي نعيش فيها. وبالطبع فإن أنشطة الإنتاج والاستهلاك ينتج عنها ما يعرف بالمخلفات التي يتم التصرف في جزء منها على الأقل عاجلاً أو آجلاً عن طريق البيئة مرة أخرى ويوضح الشكل رقم (12) العلاقة بين النظام الاقتصادي والبيئة التي نعيش فيها.



شكل رقم (12): العلاقة بين الاقتصاد والبيئة

ويتضح من الشكل أن مكونات النظام الاقتصادي تقع داخل الدائرة التي تشكل بدورها جزءاً من البيئة الطبيعية التي نعيش فيها. ويمكن تقسيم الاقتصاد إلى جزأين كبيرين هما المنتجون والمستهلكون.

تشمل مجموعة المنتجين كل المنشآت الخاصة التي تعمل علي تحويل مستلزمات الإنتاج *Inputs* إلى منتجات *Outputs* وكذلك تشمل المنشآت العامة والمنظمات غير الهادفة إلى الربح والمنشآت الخدمية مثل تلك العاملة في مجال المواصلات. ويعتمد قطاع الإنتاج علي مستلزمات إنتاج أساسية مستمدة من البيئة الطبيعية مثل الفحم والمعادن والأخشاب والمياه والبنترول والغاز الطبيعي والأكسجين. وبالطبع فإن كل المنتجات والخدمات تشتق من مواد خام وكذلك من مدخلات الطاقة. وتشمل مجموعة المستهلكين أساساً الأسر التي تستوعب معظم الإنتاج من السلع والخدمات النهائية. ويخلق الإنتاج والاستهلاك المخلفات *Residuals* أو المتبقيات *Leftovers*. وتشمل تلك المخلفات كل ما يتم انبعثه في الهواء أو الماء أو الأرض مثل ثاني أكسيد الكبريت، والمخلفات الحيوانية، والمبيدات، ومخلفات البناء، والمعادن الثقيلة. وكذلك مخلفات

الطاقة في شكل حرارة أو ضوضاء أو إشعاع. كذلك المستهلكون ينجم عنهم كميات ضخمة من المخلفات مثل مخلفات الصرف الصحي وعادم السيارات.

ويوضح الشكل رقم (12) أن المواد الخام والطاقة يتم استخلاصها من البيئة الطبيعية، وفي نفس الوقت يتم التخلص من المخلفات في البيئة مرة أخرى. وبديهي أن تخفيض كمية المخلفات التي يتم التخلص منها في البيئة يستلزم تخفيض كمية المواد الخام والطاقة التي يتم قتراعها من البيئة الطبيعية وبالطبع فإن تدوير المخلفات يمكن أن يؤخر عملية التخلص من المخلفات في البيئة ولكن عملية تدوير المخلفات لا يمكن أن تكون كاملة فهناك دائماً جزء من المخلفات لا يمكن توريده وبالتالي يذهب إلى البيئة مرة أخرى. وبشكل عام فهناك ثلاثة طرق أساسية لتخفيض حجم المخلفات التي يتم التخلص منها في البيئة :

١- تخفيض حجم الإنتاج

حيث يؤدي ذلك إلى تخفيض حجم المخلفات ويقترح البعض العمل على تخفيض الطلب على المنتجات النهائية عن طريق تخفيض معدلات النمو السكاني إلى أن تصل إلى الصفر *Zero Population Growth* وبالطبع فإن تخفيض معدلات النمو السكاني يجعل من السهولة التحكم في التأثيرات البيئية ولكن ذلك لا يضمن التحكم الكامل في تلك التأثيرات، لأن المعدل الصغري لنمو السكان قد يكون مربطاً بتحسينات كبيرة في مستويات المعيشة وبالتالي طلب متزايد على السلع والخدمات وبالتالي طلب متزايد على المواد الخام والطاقات. ولكن المؤكد أن النمو السكاني يعمل على تعقيد المشاكل البيئية في اقتصاد وطني معين. ففي الولايات المتحدة الأمريكية على سبيل المثال تم التحكم في عادم السيارات بشكل كبير من خلال التقدم التكنولوجي ولكن النمو المتزايد في عدد السيارات الناجم عن النمو السكاني والتقدم الاقتصادي أدى إلى زيادة الحجم الكلي لعادم السيارات في مناطق عديدة بالولايات المتحدة الأمريكية.

٢- تخفيض حجم المخلفات الناتجة عن عمليات الإنتاج وتحقيق ذلك عن طريق

- تخفيض كثافة المخلفات في الإنتاج من خلال اكتشاف وتبني تقنيات إنتاجية جديدة وممارسات إنتاجية تعمل على ترك كمية صغيرة من المخلفات لكل وحدة من وحدات الإنتاج فعلى سبيل المثال يمكن تخفيض حجم ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة إنتاجية من خلال استخدام مصادر مختلفة للوقود وكذلك من خلال تخفيض كمية الطاقة المطلوبة لعمليات الإنتاج ويطلق على تلك العمليات منع التلوث *Pollution Prevention*.

- تغيير تركيبة المنتجات النهائية بحيث يتم تخفيض المنتجات التي يذجم عنها مخلفات كثيرة ويتم التوسع في المنتجات التي يذجم عنها مخلفات قليلة للوحدة الإنتاجية . فالتحول مثلاً من اقتصاد يعتمد على التصنيع الأولي إلى اقتصاد خدمي يعتبر خاصية مميزة للدول المتقدمة خلال أربعة العقود الأخيرة . أيضاً التقدم في قطاع المعلومات يعتبر مثلاً آخر على المنتجات قليلة المخلفات .

٢- زيادة عمليات تدوير المخلفات بدلاً من إلقاء المخلفات في البيئة الطبيعية:

حيث تهدف عملية تدوير المخلفات إلى إعادة استخدام جزء من المخلفات في العمليات الإنتاجية بدلاً عن المواد الخام البكر التي يتم استخلاصها من البيئة الطبيعية وبالتالي يتم تقليل حجم المواد الخام البكر التي يتم استخلاصها من البيئة الطبيعية. ويعد تدوير المخلفات فرصاً عظيمة في المجتمعات الحديثة لتقليل حجم تكلف الملوثات، ولكن علينا أن نتذكر أن عملية تدوير المخلفات نفسها غير كاملة وينتج عنها نفسها بعض المخلفات التي يتم التخلص منها في البيئة. ولكن التقدم العلمي والتكنولوجي دائماً يعطي أملاً جديداً في طرق مبتكرة لتدوير المخلفات الصعبة مثل إطارات السيارات القديمة التي يصعب إعادة تدويرها في الوقت الراهن.

١-٦-٥ تدوير المخلفات

إذا كان التخلص من المخلفات لا يشكل أية أعباء مالية على المنتج أو المستهلك فإن المجتمع يميل إلى التخلص من كميات كبيرة من تلك المخلفات يتم إلقاؤها في البيئة الطبيعية التي نعيش فيها مما يطيء تدهوراً أكبر لتلك البيئة وهذا من شأنه أيضاً تقليل الاعتماد على الموارد المعاد تدويرها وزيادة الاعتماد على المواد الخام البكر التي يتم استخلاصها من البيئة . ولحسن الحظ فإنه يمكن عن طريق اتباع بعض السياسات تشجيع الناس على تدوير المخلفات وعدم التخلص منها وكذلك على ذلك المفترض أن أسرة معينة تحولوا تخلصاً قرار بشأن الأولي الزجاجة القديمة المتركة لديها هل تحولوا تدوير تلك الأولي لم التخلص منها عن طريق إلقائها في سلة المهملات؟

ويتم عادة تدوير المخلفات مثل الأولي الزجاجية عن طريق البلدية أو عن طريق شركة خاصة تتولى التجميع والتظيف والتصنيع للأواني الزجاجية القديمة. ويمكن تشجيع الأسرة على تدوير الأولي الزجاجية بدلاً من إلقائها في سلة المهملات عن طريق توفير حوافز مادية للأسرة لكل كيلو جرام من الزجاج وفي المقابل يتم فرض غرامات مالية على الأسرة التي تلقى بالزجاجات الفارغة في سلة المهملات. أو يمكن إتباع سياسة

التأمين القابل للاسترجاع *Refundable Deposit* وفقاً لتلك السياسة يتم دفع تأمين للمنتجات المعباء في أواني زجاجية لصاحب المتجر ويتم استرجاع ذلك التأمين عند إعادة الأواني الزجاجية للفارغة لصاحب المتجر بالطبع بعد الانتهاء من استهلاك المنتجات التي كانت بها . وتعمل سياسة التأمين تلك على توفير حافز قسوى على تدوير المخلفات الزجاجية.

ويعمل التأمين القابل للاسترجاع على خلق سوق للمنتجات المدورة *Recycled Products* وهي ميزة إضافية حيث يعمل ذلك السوق الناشئ على زيادة الطلب على الزجاج المدور بدلاً من الزجاج البكر مما يؤدي إلى زيادة المنافع البيئية. ووفقاً لإحصائيات عام 1995 في الولايات المتحدة الأمريكية تم تدوير 25% من الألومنيوم ونحو 23% من الورق ونحو 8.5% من الزجاج.

علاوة على التأمين القابل للاسترجاع تلجأ بعض المجتمعات على إجبار المواطنين على عزل المخلفات القابلة للتدوير *Mandatory Separation* من باقي المخلفات التي يتم إقلاها في المهملات وتقوم البلدية أو أي جهة أخرى بتجميع تلك المخلفات القابلة للتدوير بصفة دورية ويتم فرض غرامات كبيرة على المخالفين من خلال حملات تفتيش عشوائية. أيضاً تلجأ بعض المدن في الولايات المتحدة الأمريكية على تشجيع المواطنين على تدوير عبوات الكوكاكولا الفارغة من خلال حوافز سعرية تبلغ نحو 15 سنت لكل عبوة فارغة يتم إعادتها للمتجر أو لمركز تجميع العبوات الفارغة في بعض الولايات.

٧-٥ أهمية الحفاظ على البيئة من التلوث

لقد ظن البعض إلى وقت قريب أن الحفاظ على البيئة وصيانة جودتها تعد من الأمور الكمالية التي لا يجب أن تشغل الدول النامية نفسها بها على عكس الدول الصناعية المتقدمة التي تهتم بجودة الحياة من ناحية والتنمية الصناعية بتلك الدول من ناحية أخرى لأن التنمية الصناعية غالباً ما يصاحبها تلوث للهواء والماء وكذلك تعتمد تلك التنمية على استخدام كثيف للمواد الكيميائية. ولكن ذلك الاعتقاد بدأ في التغير في السنوات الأخيرة فقد تبين أن تدهوراً بيئياً ضخماً قد حدث في الدول النامية فشاهدت المناطق الريفية نحراً للتربة وتدهوراً في جودة المياه على نطاق واسع، وكذلك اعتداءت على الأراضي الزراعية والغابات وتدهور في إنتاجية الأراضي الزراعية وكذلك تعرضت المناطق الحضرية في الدول النامية إلى تدهور خطير في جودة الهواء والماء. ولايعد الاهتمام بمشاكل البيئة وضرورة الحفاظ عليها في الدول النامية مجرد ضرورة للارتقاء بجودة الحياة فقط ولكن لأن ذلك يتعلق أيضاً بقضايا التنمية الاقتصادية والاجتماعية في الدول النامية. ويرى البعض أن الاهتمام بمشاكل البيئة في البلاد النامية ليس مجرد ترف ولكنه في الواقع مسألة حياة أو موت.

وفي الواقع إن البيئة الجيدة تعد من الأصول الإنتاجية الهامة في مجتمع ما حيث تعتمد إنتاجية البيئة الطبيعية على قدرتها على دعم وإثراء الحياة البشرية من ناحية وكذلك على قدرتها على استيعاب المخلفات الضارة وتقليل الناتج من تلك المخلفات بقدر الإمكان من ناحية أخرى وتعتمد جودة الأصول البيئية مباشرة على كميات وأنواع المخلفات الناجمة عن النشاط الاقتصادي في مجتمع ما. وللأسف إن تلوث المياه في الدول النامية يؤدي إلى الكثير من الأمراض والوفيات في تلك الدول كما أن مشاكل الصرف الصحي وعدم كفاية محطات المعالجة يؤدي إلى التعرض لمخاطر العديد من الأمراض. كما أن التوسع الصناعي والزراعي في الدول النامية أدى إلى تلوث الأنهار ومصادر المياه بالكيمياويات السامة والمعادن الثقيلة وكذلك فإن تسرب المواد الخطرة الناجمة عن المواقع الصناعية ودفن المخلفات يهدد مصادر المياه الجوفية في العديد من البلدان. وترى المنظمات الدولية¹ أن المحافظة على البيئة وتوفير المياه النظيفة من شأنه أن يؤدي إلى:

- تخفيض الوفيات بين الأطفال الذين تقل أعمارهم عن 5 سنوات بسبب الإسهال بنحو 2 مليون طفل
- تخفيض حالات الإصابة بالإسهال سنوياً نحو 200 مليون حالة.
- تخفيض حالات الإصابة بالديدان المستكيرة بنحو 300 مليون حالة.
- تخفيض حالات الإصابة بالانكلستوما بنحو 150 مليون حالة.
- تخفيض حالات الإصابة بديدان جيني بنحو 2 مليون حالة.

علاوة على ذلك فإن تلوث الهواء يمثل مشكلة كبرى في الدول النامية حيث تشير الإحصاءات² إلى أن 1.3 مليار نسمة من سكان العالم تعرضوا لمستويات مرتفعة من تلوّثات الهواء في منتصف الثمانينات من القرن الماضي. وفي العديد من البلدان النامية ما زال معظم البزوين المستخدم من النوع المحتوي على الرصاص وهو ما يؤدي إلى معدلات تلوث بالرصاص مرتفعة.

وفي الواقع إن اهتمام الدول النامية بالتنمية الاقتصادية وتحقيق معدلات كبيرة من الإنتاج المادي قد أدى إلى إهمال المشاكل البيئية في السابق ولكن تلك الصورة بدأت في التغير نظراً للعلاقة الوثيقة بين البيئة النظيفة ومعدلات التنمية الاقتصادية في الدول النامية. وذلك لأن الدول النامية تعتمد على الصناعات الأولية بدرجة كبيرة مثل الزراعة واستخراج المعادن واستخراج البترول وخلافه. وبالتالي فإن تدهور الموارد البيئية سواء أكان ذلك في الزراعة أم في قطاع التعدين أم في قطاع البترول من شأنه تدمير الأصول الإنتاجية لتلك الدول. أما في الدول المتقدمة فإن قضايا البيئة تتعلق أساساً بصحة البشر وجودة

¹ Field, B. "Environmental Economics: An Introduction", Second Edition, McGraw-Hill International, 1997.

² Field, B. "Environmental Economics: An Introduction", Second Edition, McGraw-Hill International, 1997.

الحياة كما أن التقدم التكنولوجي في البلاد المتقدمة أدى إلى انخفاض الأهمية النسبية للموارد الطبيعية بشكل عام.

مرة أخرى يجب التأكيد على أن قضايا البيئة في الدول النامية لها علاقة وثيقة بصحة الإنسان ومعدلات التنمية الاقتصادية وكذلك بقضية التنمية المتواصلة وحق الأجيال القادمة في الحياة ونصيبها من الموارد البيئية المتاحة. وتعرف ممارسة ما أو طريقة إنتاج ما بأنها مستدامة إذا كانت لا تؤدي إلى تدهور إنتاجية الموارد البيئية الطبيعية على المدى الطويل وهي الموارد التي يعتمد عليها الدخل القومي للبلاد النامية. وبالطبع فإن التنمية المستدامة هي أساساً مرتكزة على الموارد المتجددة. فإذا كانت الموارد غير متجددة فإن استخدامها يؤدي مباشرة إلى عدم توفرها للأجيال المستقبلية. وبالطبع فإن استخدام مورد غير متجدد مثل النفط يجب أن يكون بحذر بمعنى آخر يجب أن يتم استخراج النفط بمعدل صحيح أي ليس بمعدل سريع أو محل بطيئ وكذلك يجب العمل على تحويل الثروة الطبيعية التي يمثلها النفط إلى ثروة رأسمالية طويلة العمر. أي أن الموارد النفطية للدول النامية يمكن تحويلها إلى أصول رأسمالية منتجة في المدى الطويل مما يساهم في استمرار معدلات معقولة للتنمية الاقتصادية في تلك الدول في نفس الوقت الذي تتناقص فيه معدلات استخراج النفط بها. ويجب التنويه هنا إلى أن الأصول الرأسمالية ليس المقصود بها رأس المال الفيزيقي فقط مثل الطرق والمصانع ولكن أيضاً رأس المال البشري متمثلاً في التعليم والمهارات والصحة وكذلك القدرات المؤسسية مثل النظام القضائي والمؤسسات العامة.

٨-٥ المواجهة التشريعية على المستوى الاتحادي لحماية البيئة من التلوث في دولة الإمارات العربية المتحدة

لا شك أن من أبرز القضايا المطروحة وأغدها في العصر الحالي هي قضية الإنسان مع البيئة أو مع الوسط الذي يحيا فيه بعناصره الثلاثة الهواء والماء والتربة. فقد خلق الله هذا الوسط بمقايير محددة وصفات معينة تكفل حفظ توازنه وتمكن للإنسان وغيره من الكائنات الأخرى سبل الحياة الملائمة، وقد صور القرآن الكريم هذا الاتزان في البيئة بقوله تعالى "قد جعل الله لكل شيء قدراً" (١)، "وخلق كل شيء فقدره تقدير" (٢). إلا أن الإنسان في سعيه الدائم نحو إشباع حاجاته وتحسين مستوى معيشته وتحقيق خططه التنموية أوجد سواء بقصد أو بدون قصد مشكلة بينه وبين بيئته، نتيجة إخلاله بالتوازن الطبيعي بين عناصرها وتغييره الضار في موجوداتها سواء من حيث الكيف أو الكم أو الزمان أو المكان وسوء

(١) سورة الطلاق - الآية ٣.

(٢) سورة الفرقان - الآية ٢.

استغلاله لمواردها الطبيعية، انعكست بتأثيرها على صحته ورفاهيته التي سعى دائماً إلى تحقيقها دون أدنى تكبر أو تفكر.

هذا الاختلال أو التغيير الضار في موجودات البيئة بفعل الإنسان أو ما اصطلح على تسميته 'بالتلوث' أضحى من أخطر المشكلات والتحذيرات التي تواجه البشرية بعد أن تكثف للجميع أن تراكمات التلوث أصبحت تشكل خطراً على كافة مناحي الحياة التي يحياها الإنسان وعلى استقرار الحياة نفسها على هذا الكوكب. ولهذا ومنذ النصف الأخير من القرن العشرين ومع تزايد وتنوع أشكال ومظاهر التغيرات التي تنع على البيئة إما بصورة مباشرة أو غير مباشرة، بدأ الاهتمام سواء على المستوى الدولي أو الإقليمي بحماية البيئة حيث أبرمت العديد من الاتفاقيات الدولية^(١) والإقليمية^(٢).

بل ويمكن القول - كما ذهب البعض بحق - أنه لم يحدث على مر التاريخ أن تضامنت دول العالم المتقدمة والمتخلفة، الغربية والشرقية على هدف واحد متما تضامنت على وجوب المحافظة على البيئة وحمايتها^(٣) وقد تبلور هذا التضامن في إعلان المبادئ الذي أسفر عنه مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة عام ١٩٧٢ ويعرف بإعلان 'ستوكهولم' والذي تمت للموافقة عليه بالإجماع^(٤). وكذلك مؤتمر الأمم المتحدة بشأن التنمية الذي انعقد في 'ريودي جانيرو' عام ١٩٩٢ ويعرف باسم 'مؤتمر قمة الأرض' والذي أكد على ضرورة قيام الدول بسن التشريعات البيئية الفاعلة وتطوير تشريعاتها الوطنية.

هذا الاهتمام العالمي والإقليمي بحماية البيئة صاحبه اهتمام على المستوى الوطني حيث قامت معظم دول العالم بسن التشريعات البيئية للحد من الإضرار بالبيئة والحفاظ عليها من مخاطر التلوث التي تهددها وذلك من خلال تنظيم نشاط الإنسان في علاقته بالبيئة وإيجاد الحلول والوسائل الكفيلة للحد من تدهورها. وقد اهتمت دولة الإمارات العربية المتحدة، ومنذ السنوات الأولى لقيام الاتحاد، اهتماماً بالغاً بمشكلات حماية البيئة. غير أن الاهتمام على المستوى الاتحادي انصب في البداية على الإدارة البيئية، عندما أصدر

(١) في مجال حماية البيئة البحرية: الاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط، لندن، ١٩٥٤ - اتفاقية الأمم المتحدة لأعالي البحار، جنيف، ١٩٥٨. الاتفاقيات الدولية لمنع التلوث من السفن، لندن، ١٩٧٣ - اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار، مونتروبي، (جاميكا)، ١٩٨٢. وفي مجال حماية البيئة الهوائية: الاتفاقية الدولية بشأن حماية الممال من الانساعات المؤية، جنيف، ١٩٦٠ - الاتفاقية الدولية بشأن حماية طبقة الأوزون، فيينا، ١٩٨٥. الاتفاقية الدولية للحماية من تلوث الهواء والاضواء والاهتزازات، جنيف، ١٩٧٧. وفي مجال حماية البيئة البرية: يمكن أن نذكر الاتفاقية الدولية الخاصة بالأراضي الرطبة ذات الأهمية العالمية، واسلو، إيران، ١٩٧١. الاتفاقية الدولية بشأن حماية التراث الثقافي والطبيعي العالمي جاري، ١٩٧٢.

(٢) في مجال حماية البيئة البحرية: اتفاقية حماية البحر المتوسط من التلوث، برشلونه، ١٩٧٦. اتفاقية حماية البيئة البحرية للطليخ العربي، الكويت، ١٩٧٨. اتفاقية الحفاظ على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن، جدة، ١٩٨٢. وفي مجال حماية البيئة الهوائية: الاتفاقية الإقليمية بشأن تلوث الهواء الجوي بعيد المدى عبر الحدود، جنيف، ١٩٧٩. الاتفاقية الكندية الأمريكية بشأن تغيير الطقس، ١٩٧٥. وفي مجال حماية البيئة البرية: الاتفاقية الأفريقية للحفاظ على الطبيعة والموارد الطبيعية، الجزائر، ١٩٦٨. الاتفاقية الأوروبية بشأن حفظ الأحياء البرية والحوائل الطبيعية، بون، ١٩٧٩.

(٣) د. فهد عبد الحليم كامل، نحو قانون موحد لحماية البيئة، طبعة ١٩٩٣، دلت النهضة العربية، ص ١٨.

(٤) وبعد هذا الإعلان مثيلاً دولياً للحفاظ على البيئة بل ويمكن القول أنه يعد بداية انطلاقه الحقيقية واسمه النطاق للحفاظ على البيئة.

مجلس الوزراء الاتحادي قراراً عام ١٩٧٥ بإنشاء اللجنة العليا لحماية البيئة تضم نخبة من كبار المسؤولين، إلا أن عدم توفر الإمكانيات المطلوبة مقارنة بالمهام الموكلة إليها حد كثيراً من فاعليتها. ثم صدر القانون رقم ٧ لسنة ١٩٩٣ بإنشاء الهيئة الاتحادية للبيئة، حيث منحها هذا القانون العديد من الإمكانيات والصلاحيات التي تمكنها من تحقيق الأهداف المرجوة ومنها إعداد مشاريع القوانين التي تكفل سلامة وحماية البيئة. أما بالنسبة لتزايد الحماية التشريعية للبيئة فإليه حتى عام ١٩٩٩ لم يكن هنالك في الدولة تشريع عام موحد شامل لحماية البيئة يسري على جميع الإمارات وإنما كانت هناك مجموعة من القوانين الاتحادية وردت بها بعض النصوص ذات الصلة الوثيقة بالمحافظة على البيئة. من ذلك يمكن أن نذكر قانون الصناعة الاتحادي لعام ١٩٨٣، وقانون المواصلات والمقاييس الاتحادي لعام ١٩٧٦، فضلاً عن بعض الأوامر المحلية على مستوى الإمارات صدرت لحماية البيئة ولعل أهمها الأمر المحلي رقم ١١ لسنة ١٩٩١ بشأن أنظمة حماية البيئة في إمارة دبي^(١).

ألم ذلك وإيماناً من الهيئة الاتحادية للبيئة بأهمية وجود تشريع اتحادي متكامل يسري على جميع الإمارات المكونة للاتحاد يهتم بحماية وإيجاد حلول للمشاكل البيئية ولحد من الأضرار الضارة لبعض مصادر تلوث البيئة قامت الهيئة الاتحادية للبيئة بإعداد مشروع قانون اتحادي بشأن حماية البيئة وتنميتها حيث تم التصديق عليه وإصداره عام ١٩٩٩ تحت رقم ٢٤. وقد عليت المادة الثالثة من هذا القانون ببيان الأهداف والأسس العامة التي قام عليها، حيث قررت أن الهدف من إصدار هذا القانون يتمثل في:

١. حماية البيئة والمحافظة عليها.
٢. مكافحة التلوث بأشكاله المختلفة.
٣. تنمية الموارد الطبيعية والحفاظ على التنوع الحيوي.
٤. حماية المجتمع وصحة الإنسان والكلائنات الحية الأخرى من جميع الأنشطة والأفعال المضرة بيئياً.
٥. حماية البيئة في الدولة من التأثيرات الضارة للأنشطة التي تتم خارج إقليم الدولة.
٦. تنفيذ الالتزامات التي تنظمها الاتفاقيات الدولية والإقليمية المتعلقة بالبيئة.

ويقع هذا القانون في مادة ومادة^(٢) موزعة على تسعة أبواب، حيث جاء الباب الأول تحت عنوان التنمية والبيئة، وتناولت الأبواب من الثاني إلى الرابع حماية البيئة بجوانبها المختلفة وهي على التوالي

(١) الجريدة الرسمية لإمارة دبي ١٥ يوليو ١٩٩١. وينطبق هذا الأمر على ثمانية مجالات: ١- أنظمة إعادة استخدام مياه الصرف والتخلص منها ومن حماية المجاري في التربة. ٢- أنظمة التخلص من المخلفات السائلة في المياه البحرية. ٣- أنظمة رقابة تلوث الهواء. ٤- أنظمة الصحة المهنية والسلامة. ٥- أنظمة المساح. ٦- أنظمة سلامة لعب الأطفال. ٧- أنظمة مكافحة الضجيج. ٨- المحميات الطبيعية.

(٢) باستثناء المادة الأولى التي أوردت تعاريف لبعض الكلمات والعبارات والمادة الثانية التي عيّنت ببيان أهداف القانون.

البيئة المائية، والهوائية، والتربة، وعنى الباب الخامس بتداول المواد والنفائات الخطرة والنفائات الطبيعية، والباب السادس بالمحميات الطبيعية، واهتم الباب السابع بتحديد سلطات الضبط القضائي والمسؤولية عن الأضرار البيئية، وتكفل الباب الثامن بالنص على العقوبات التي تقع على الأشخاص أو الجهات التي تخالف أحكام هذا القانون، أما الباب التاسع والأخير بعنوان أحكام ختامية فقد عالج موضوعات مختلفة مثل الرسوم، ونظام الحوافز، والفترة اللازمة للمنشآت القائمة لتوفيق أوضاعها.

وسوف نقتصر من خلال دراستنا هذه على بيان التدابير والأدوات أو الوسائل التي تم اللجوء إليها حفاظاً على البيئة وحمايتها وتحقيق الالتزام بأحكام قانون حماية البيئة الاتحادي وكذلك إلقاء الضوء على الهيئة الاتحادية للبيئة باعتبارها أهم هيئة في الإدارة البيئية تعمل على المستوى الاتحادي بدولة الإمارات العربية المتحدة.

٥-٨-١ تدابير وأدوات حماية البيئة

تستخدم القوانين البيئية لحماية البيئة والحفاظ عليها عدة تدابير أو وسائل وأدوات بعضها وقائي والآخر ردعي لتحقيق الالتزام بأحكامها، وسوف نحاول إلقاء الضوء على أهم تلك التدابير والأدوات مع تحديد موقف القانون الاتحادي رقم ٢٤ لسنة ١٩٩٩ وتشمل هذه التدابير:

٥-٨-١-١ الرصد البيئي

يعد الرصد البيئي من التدابير الوقائية، لأن الهدف منه الوقاية من الأضرار البيئية في المستقبل وذلك من خلال إقامة شبكات للرصد البيئي تقوم على نحو دوري برصد مكونات البيئة وتسجيل كل تغير يطرأ عليها وكذلك رصد مصادر ملوثات البيئة ومراقبة اتجاهاتها ومستوياتها وتوفير البيانات والمعلومات للجهات المعنية على نحو يكفل اتخاذ التدابير الوقائية اللازمة في الوقت المناسب. وهو ما حض عليه مؤتمر الأمم المتحدة لعام ١٩٧٢ "مؤتمر ستوكهولم" في توصياته حيث نبه في أكثر من موضوع إلى أهمية إقامة أنظمة رصد *Monitoring systems* لمكونات البيئة ومصادر التلوث ومراقبتها وتقييم الآثار المحتملة لأي أنشطة يمكن أن يتسبب عنها تلوث البيئة^(١). وقد تنبه المشرع الإماراتي بالفعل

(١) بشأن نظم رصد ملوثات الهواء أنظر التوصية رقم ٥٧ من مجموعة توصيات مؤتمر ستوكهولم لعام ١٩٧٢، وبشأن البيئة البحرية فتوصية رقم ٧٢، ٨٦، ٨٧/١، وبشأن التربة التوصية رقم ٢٠، والحية البرية التوصية رقم ٢٩. راجع د. أحمد

إلى أهمية وضع نظام وطني للرصد البيئي يسمح بالإذار المبكر للجهات المعنية في حالات تهديد النظام البيئية، حيث أنشط بالهيئة الاتحادية للبيئة بالتنسيق مع السلطات المختصة مهمة وضع هذا النظام^(١)، وأوجب على شبكات الرصد البيئي إبلاغ الهيئة والسلطات المختصة والجهات المعنية بأي تجاوز للحدود المسموح بها لمؤثرات البيئة. كما ألزمها بتقديم تقارير دورية عن نتائج أعمالها.

٥-٨-٢ - تقييم التأثير البيئي للمنشآت المطلوب الترخيص بها

ويقصد بهذا الإجراء دراسة وتحليل الجدوى البيئية للأنشطة والمشروعات التي قد تؤثر إقامتها أو ممارستها على سلامة البيئة قبل الترخيص بها. ويعد هذا الإجراء من الإجراءات الوقائية حيث يشترط - قبل منح الترخيص بالقيام أو بمزاولة النشاط - تحليل الآثار والنتائج البيئية المتوقعة للمشروع أو النشاط المقترح سواء على المدى القريب أو البعيد، وفي ضوء ذلك يتم منح أو رفض الترخيص. وقد أورد قرار مجلس الوزراء الاتحادي رقم ٣٧ لسنة ٢٠٠١ بشأن نظام تقييم التأثير البيئي للمنشآت، قائمة بالمشاريع والمنشآت التي يلزم للترخيص بها تقديم دراسة تقييم الأثر البيئي *Environmental Impact Assessment (E.I.A)* واستلزم نفس الإجراء بالنسبة للتوسعات والتعديلات والتجديدات التي تجري في المنشآت القائمة التي حدها القرار. بل إن المشرع الإماراتي في حرصه على سلامة البيئة ذهب إلى أبعد من ذلك حيث استلزم في جميع الأحوال وقبل الترخيص بالإقامة أو تعديل مشروع أو نشاط أو أعمال بالدولة الحصول على تصريح بيئي، ويتم الحصول على هذا التصريح بناء على طلب يقدمه طالب الترخيص إلى الهيئة الاتحادية للبيئة أو السلطة المختصة المسؤولة عن إصداره في كل إمارة حسب الأحوال مشفوعاً ببعض المستندات حدها قرار مجلس الوزراء المشار إليه فيما أعلاه. حيث يتم دراسة الطلب في ضوء المستندات المقدمة. وفي ضوء ما تسفر عنه تلك الدراسة يتوقف منح التصريح والذي قد ينتهي: إما إلى الموافقة على المشروع أو النشاط أو التحليل المقترح لعدم وجود آثار بيئية محتملة، أو إصدار التصريح البيئي بعد تنفيذ أو تعهد طالب التصريح بتنفيذ بعض الإجراءات أو للتدابير البيئية - وإما إلى إرجاء البت في التصريح البيئي لحين تقديم طالب التصريح دراسة تقييم الأثر البيئي أو عدم الموافقة على منح التصريح البيئي مما يعني عدم إمكانية مزاولة أو إقامة أو تعديل المشروع أو النشاط المطلوب الترخيص بإقامته أو بمزاولته.

(١) مادة ١٣ من قانون حماية البيئة.

٥-٨-١-٣ وضع معايير ومقاييس تلوث البيئة

لا شك أنه من العسير - كما ذهب البعض بحق - حماية البيئة من التلوث حماية مطلقة، غير أنه من ناحية أخرى لا يمكن ترك تقدير كمية الملوثات المسموح بإطلاقها في البيئة للتقييم الشخصي^(١)، فضلاً عن أن عمليات الرصد البيئي ستصبح بلا فائدة ما لم توضع مسبقاً معايير موضوعية ومقاييس ومستويات للملوثات توضح الحدود القصوى لكمية ونوعية الملوثات المسموح بتصريفها أو إخراجها في البيئة بحيث يعد تجاوزها إضراراً غير جائز بالبيئة^(٢).

ولضمان فاعلية تلك المعايير والمقاييس في حماية البيئة يجب أن يراعى في وضعها ظروف الدولة الاقتصادية والجغرافية والاجتماعية، وأن تكون موضوعه وفقاً لأسس وطرق علمية، كما يجب أن تخضع لمراجعة وإعادة تقويم باستمرار استجابة لأي تغيرات بيئية. وقد أناط المشرع الإماراتي بالهيئة الاتحادية للبيئة بالتنسيق والتشاور مع السلطات المختصة وضع مقاييس ومعايير حماية البيئة مؤكداً على وجوب أن يراعى في تحديد تلك المقاييس والمعايير تحقيق التوازن بين الإمكانات المتاحة وبين التكلفة الاقتصادية اللازمة لذلك وبما لا يخل بمتطلبات حماية البيئة ومكافحة التلوث^(٣). ولم يفت المشرع الإماراتي مراعاة حالات التصريف الاضطرابي لملوثات البيئة بما يجاوز الحدود المسموح بها في الحالات الطارئة القهرية، حيث أجاز في مثل هذه الحالات عدم التقيد بالمقاييس والمعايير الموضوعية إذا كان الهدف هو حماية الأرواح أو ضمان سلامة المنشأة أو منطقة للعمل^(٤).

٥-٨-١-٤ توفيق أوضاع المنشآت القائمة في تاريخ العمل بالقانون

ويعد هذا التدبير من التدابير الوقائية المؤقتة. لمراعاة من جانب المشرع الإماراتي للمشروعات والمنشآت القائمة في تاريخ العمل بالقانون الاتحادي لحماية البيئة واستشراره لمدى حاجتها إلى مهلة لتوفيق أوضاعها مع أحكام القانون، قرر منح هذه المشروعات والمنشآت فترة أو مهلة لتوفيق أوضاعها مع أحكام القانون لا تتجاوز سنة من تاريخ العمل باللائحة التنفيذية للقانون^(٥)، وبما يتفق مع المعايير والمقاييس البيئية الموضوعية من قبل الهيئة الاتحادية للبيئة.

(١) انظر د. ماجد الحلو، قانون حماية البيئة، الطبعة الثانية، ١٩٩٧، ص ٢٨.

(٢) انظر د. أحمد عبد الكريم سلامة، المرجع السابق ص ٨٦ وما بعدها، ص ٦٢ وما بعدها.

(٣) راجع المادة ١٠ من قانون حماية البيئة.

(٤) راجع المادة ١١ من قانون حماية البيئة لسنة ١٩٩٩.

(٥) مع إمكانية مد هذه المدة لمدى لا تتجاوز عاماً آخر بقرار من الهيئة الاتحادية للبيئة إذا دعت الضرورة لذلك أو كان للمدبر تطلبه الهيئة راجع مادة ٩٨ من قانون حماية البيئة.

ومن ناحية أخرى، لوجب المشرع على بعض المشروعات والمنشآت^(١) بأن تقدم خلال نفس الفترة المشار إليها فيما أعلاه بياناً متكاملًا عن نشاطها للهيئة الاتحادية للبيئة على أن يتضمن هذا البيان اقتراحاتهم بشأن التدابير والإجراءات الواجب اتخاذها لكي تتوافق عمليات المنشأة أو المشروع مع المعايير البيئية المطلوبة، بحيث يجب على الهيئة خلال مدة لا تتجاوز ستة أشهر من تقديم هذا البيان أن تقرر التدابير والإجراءات الواجب اتخاذها من قبل صاحب المشروع أو المنشأة.

٥-١-٨-٥ المتابعة الدورية

وبعد هذا التدبير من التدابير الوقائية، وذلك للتحقق من مدى التزام الأفراد والمنشآت والمشاريع بالمعايير والمواصفات والمقاييس البيئية، خاصة تلك المصرح لها بتصريف المخلفات أو النفايات المسألة بعد معالجتها في البيئة أو المجاري المائية. حيث تسمح المتابعة بالتأكد من أن المخلفات تمت معالجتها طبقاً للمواصفات والمعايير المعتمدة وأن نسبة التلوث لا تتعدى الحدود المسموح بها. وهو ما حرص المشرع الإماراتي التأكيد عليه حيث أعطى للهيئة الاتحادية للبيئة والسلطات المختصة الحق في أخذ عينات من المخلفات أو النفايات المسألة المعالجة من المنشآت التي رخص لها بالصرف في البيئة المائية وذلك للتأكد من مطابقة نتائج التحاليل مع المواصفات المعتمدة.^(٢)

كذلك حرصاً من جانب المشرع الإماراتي على سلامة مياه الشرب فقد أخضع خزائنها وتوصيلاتها لفحص دوري سنوي من جانب السلطات المختصة، وأوجب على صاحب المبنى أو المنشأة إذا ما ثبت من الفحص الدوري عدم صلاحيتها بالالتزام بالتعليمات التي توجه إليه في هذا الخصوص وإلا فإن للسلطة المختصة الحق في القيام بالإصلاحات المطلوبة على نفقته^(٣).

٥-١-٨-٦ حظر الإتيان ببعض الأفعال والأنشطة

وبعد هذا التدبير أو الإجراء من أهم التدابير الوقائية التي يلجأ إليها المشرع لوقاية البيئة من الأنشطة التي تمثل وفق تقديره إضراراً بالبيئة. والحظر إما أن يكون حظراً مطلقاً أو حظراً نسبياً، ويقصد

(١) وقد أحال المشرع على اللائحة التنفيذية تعديدها. راجع مادة ٩٧ من قانون حماية البيئة. .

(٢) راجع المادة ٢٨ من قانون حماية البيئة.

(٣) راجع المادة ٤١ من قانون حماية البيئة.

بالحظر المطلق منع الإتيان ببعض الأفعال والأنشطة منعاً باتاً بحيث لا يجوز حتى الترخيص بممارسته^(١)، أما الحظر النسبي فهو يعني حظر القيام بالنشاط بدون ترخيص من الجهات المختصة.

والأمثلة على ذلك كثيرة في قانون حماية البيئة الإماراتي:

في مجال حماية البيئة البحرية:

- حظر القانون على الوسائل البحرية^(٢) أياً كانت جنسيتها تصريف أو إلقاء الزيت أو المزج الزيتي في البيئة البحرية^(٣).
- كما حظر على الجهات أو الشركات المصرح لها باستكشاف أو استخراج أو استغلال حقول النفط والغاز البرية أو البحرية تصريف أي مادة ملوثة ناتجة عن تلك الأنشطة في البيئة المائية أو المنطقة البرية المجاورة لمباشرة الأنشطة المشار إليها، ما لم يتم استخدام الوسائل الآمنة التي لا يترتب عليها الإضرار بالبيئة المائية والبرية ومعالجة ما يتم تصريفه من نفايات ومواد ملوثة^(٤).
- كذلك حظر القانون على الوسائل البحرية التي تحمل مواد خطرة أو ضارة إلقاءها أو تصريفها أو إغراقها في البيئة البحرية^(٥).
- وحظر أيضاً على الوسائل البحرية والمنشآت البحرية تصريف مياه الصرف الصحي^(٦) أو إلقاء القمامة في البيئة البحرية^(٧).
- وبالنسبة للتلوث من مصادر برية حظر القانون على جميع المنشآت تصريف أو إلقاء أي مواد أو نفايات أو سوائل غير معالجة من شأنها إحداث تلوث في البيئة المائية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة^(٨).

(١) انظر د. ماجد الحلو، المرجع السابق، ص ٩٦ وما بعدها.

(٢) يقصد بالوسائل البحرية في مفهوم قانون حماية البيئة لسنة ١٩٩٩، كل وسيلة تعمل أو تكون معدة للعمل في البيئة البحرية وذلك دون اعتبار لقوتها أو حمولتها أو الغرض من ملاحقتها ويشمل ذلك السفن والقوارب التي تسير على الزلاجات والمركبات التي تسير على وسادة هوائية فوق سطح الماء أو التي تعمل تحت سطح الماء والقطع المائية والمنصات البحرية المائية أو العائمة والطائرات المائية.

(٣) راجع المادة ٢١ من قانون حماية البيئة.

(٤) راجع المادة ١٨ من قانون حماية البيئة.

(٥) راجع المادة ٢٧، ٣١ من قانون حماية البيئة.

(٦) راجع المادة ٣٢ من قانون حماية البيئة.

(٧) راجع المادة ٣٤ من قانون حماية البيئة.

(٨) راجع المادة ٣٥ من قانون حماية البيئة.

في مجال حماية البيئة الهوائية

- حظر القانون إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والنفايات الصلبة في غير الأماكن المخصصة لذلك^(١).
- كما حظر رش أو استخدام المبيدات أو أية مركبات كيميائية أخرى لأغراض الزراعة أو الصحة العامة أو غير ذلك (إلا بعد مراعاة الشروط والضمانات المحددة)^(٢).
- حظر للتخزين في وسائل النقل العام أو المعاهد^(٣).

في مجال حماية التربة

- حظر القانون القيام بأي نشاط من شأنه للتأثير على خواص التربة الطبيعية أو تلويثها على نحو يؤثر في قدرتها الإنتاجية^(٤).
- كما حظر مباشرة أي نشاط من شأنه أن يضر بكمية أو نوعية الغطاء النباتي في أية منطقة مما يؤدي إلى التصحر أو تشوه البيئة الطبيعية^(٥).
- كذلك حظر قطع أو اقتلاع أو إضرار أية شجرة أو شجيرة أو أعشاب إلا بتصريح من الجهات المعنية^(٦).

في مجال تداول المواد والنفايات الخطرة والنفايات الطبيعية:

- خصص المشرع لها باباً مستقلاً في قانون حماية البيئة حيث يتناول ما يلي:
- حظر القانون تداولها أو التعامل فيها^(٧) أو إقامة منشآت بغرض معالجتها^(٨) بغير ترخيص من السلطات المختصة.
- حظر على أية جهة عامة أو خاصة أو أي شخص طبيعي استيراد أو جلب أية نفايات خطيرة أو نووية أو دفيئة أو تخزينها أو التخلص منها بأي شكل في بيئة الدولة^(٩).

(١) راجع المادة ٥٠ من قانون حماية البيئة.

(٢) راجع المادة ٥١ من قانون حماية البيئة.

(٣) راجع المادة ٥٧ من قانون حماية البيئة.

(٤) راجع المادة ١٣ من قانون حماية البيئة.

(٥) راجع المادة ٤٤ من قانون حماية البيئة.

(٦) راجع المادة ٤٤ من قانون حماية البيئة.

(٧) راجع المادة ٥٨ من قانون حماية البيئة.

(٨) راجع المادة ٥٩ من قانون حماية البيئة.

(٩) راجع المادة ١/٦٢ ، ٢ من قانون حماية البيئة.

- حظر (بغير تصريح كتابي مسبق من الهيئة الاتحادية للبيئة) مرور الوسائل البحرية أو الجوية أو البرية التي تحمل للنفائات الخطرة أو للنووية في البيئة الإماراتية^(١).

في مجال المحميات الطبيعية:

خصص لها باباً مستقلاً يشتمل على حرص المشرع الإماراتي وبعد أن أعطى للمسلطات المختصة صلاحية تحديد الأعمال والأنشطة المحظورة في المناطق المحمية على إيراد طائفة من الأعمال قدر خطورتها بالنسبة لتلك المناطق حتى لا يترك مجالاً للتقدير والاجتهاد بشأنها فصلب النص بصلب القانون في حظر القيام بها سواء بصورة مطلقة أو نسبية^(٢).

في مجال الحماية من التلوث الإشعاعي:

حظر القانون أن يزيد مستوى النشاط الإشعاعي أو تراكيزات المواد المشعة في الهواء والماء والغذاء والتربة عن الحدود المسموح بها^(٣).

٥-٨-١-٧ الإلزام بالقيام بأعمال وأنشطة معينة لحماية البيئة

في الأسلوب السابق تمثل تدبير الحماية في منع الإتيان بأفعال وأنشطة معينة قدر المشرع خطورتها بالنسبة للبيئة أو يمثل القيام بها إضراراً بالبيئة. أما في هذا الأسلوب، وهو أسلوب وقائي أيضاً، تتمثل الحماية في إلزام الأفراد أو الهيئات أو المنشآت بالقيام بعمل إيجابي معين لحماية البيئة والحفاظ عليها من التلوث. والأمثلة على ذلك كثيرة في قانون حماية البيئة الإماراتي نذكر منها:

في مجال حماية البيئة البحرية:

- أوجب القانون على كل وسيلة بحرية تدخل البيئة البحرية الإماراتية أن تكون مجهزة بالمعدات اللازمة للقيام بعمليات المكافحة أثناء حدوث تلوث مصدره الوسيلة البحرية نفسها^(٤)، وفي حالة ما

(١) راجع المادة ٢/٦٢ من قانون حماية البيئة.

(٢) بشأن هذه الأعمال والأنشطة راجع المادة ٦٤ من قانون حماية البيئة.

(٣) راجع المادة ٩١ من قانون حماية البيئة.

(٤) راجع المادة ٢٦ من قانون حماية البيئة.

إذا كانت تحمل مواد خطره أو زيتاً أن تكون مزودة بسجل (شحن أو زيت) يدون فيه جميع العمليات المتعلقة بالشحن أو الزيت^(١).

- كما ألزم ربان السفينة أو المسؤول عنها، التي تحمل مواد خطره أو زيت في حالة وقوع حادث، باتخاذ الإجراءات اللازمة للحماية من آثار التلوث، وتنفيذ أوامر مفتشي الجهات الإدارية ومأموري الضبط القضائي في هذه الحالة^(٢).

- وفي حالة وقوع حادث نجم عنه تسرب للزيت في البيئة البحرية للدولة أوجب القانون على المسؤولين عن الوسيلة البحرية أو عن وسيلة نقل للزيت أو في الجهات العاملة لسي استخراج الزيت أن يبادروا فوراً إلى إبلاغ هيئات الموانئ وحرس الحدود والمواحل وغيرها من السلطات المختصة مع بيان ظروف الحادث ونوع المادة المتسربة والإجراءات التي اتخذت لإيقاف التسرب أو الحد منه^(٣).

- كما أوجب القانون على ربان كل وسيلة بحرية تحمل مواد خطرة تدخل موانئ الدولة الإبلاغ عن تلك المواد من حيث نوعها وكميتها وأماكن تواجدها على الوسيلة للبحرية ومصادر شطحها وجهات تفرغها^(٤).

في مجال البيئة الهوائية:

- ألزم القانون جميع الجهات والأفراد عند تشغيل الآلات والمعدات والآلات التنبيه ومكبرات الصوت بعدم تجاوز الحدود المسموح بها لشدة الصوت^(٥).

- كما ألزم أيضاً جميع الجهات والأفراد عند القيام بأعمال التنقيب أو الحفر أو البناء أو الهدم أو نقل ما ينتج عن ذلك من نفايات أو أتربة اتخاذ الاحتياطات اللازمة أثناء هذه الأعمال^(٦).

- كذلك ألزم القانون المنشآت والمؤسسات باتخاذ الاحتياطات والتدابير التي تضمن عدم تسرب أو انبعاث ملوثات الهواء داخل مكان العمل إلا في الحدود المسموح بها^(٧).

- كما أوجب عند إحراق أي نوع من أنواع الوقود أو غيره، سواء كان في أعمال البحث أو الاستكشاف أو استخراج وإنتاج النفط أو في أغراض الصناعة وتوليد الطاقة، أو أي غرض

(١) راجع المادة ٢٨، ٢٥ من قانون حماية البيئة.

(٢) راجع المادة ٢٢، ٣٠ من قانون حماية البيئة.

(٣) راجع المادة ٢٤ من قانون حماية البيئة.

(٤) راجع المادة ٢٩ من قانون حماية البيئة.

(٥) راجع المادة ٥٤ من قانون حماية البيئة.

(٦) راجع المادة ٥٢ من قانون حماية البيئة.

(٧) راجع المادة ٥٥ من قانون حماية البيئة.

تجاري آخر، أن يكون الحضان والغازات والأبخرة الناتجة في الحدود المسموح بها، مع إلزام المسؤول عن هذا النشاط باتخاذ جميع الاحتياطات لتقليل كمية الملوثات في نواتج الاحتراق^(١).

في مجال تداول وإنتاج المواد الخطرة:

- ألزم القانون القائمين عليها باتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لضمان عدم حدوث أية أضرار بالبيئة^(٢)، كما أوجب على صاحب المنشأة التي ينتج عن نشاطها نفايات خطرة الاحتفاظ بسجل لهذه النفايات وكيفية التخلص منها والجهات المتعاقد معها لتسليم هذه النفايات^(٣).

٨-١-٨-٥ نظام الحوافز

بعد نظام الحوافز من الأدوات التي تستخدمها القوانين البيئية لتشجيع الأفراد والمنشآت على الالتزام بأحكامها. ويقصد بهذا النظام منح بعض المزايا المادية أو المعنوية لمن يقوم بأعمال أو مشروعات من شأنها الحفاظ على البيئة، مثال ذلك منحه مساعدة مالية أو إعفاء من ضريبة أو رسوم معينة كالإعفاء من الرسوم المستحقة عند شراء أو استيراد الماكينات أو الآلات التي تحمي البيئة. وتعتبر من المشرع الإماراتي لمثل هذا النظام، وفاعليته في بعض الأحيان، حرص على النص عليه في صلب القانون وأnaud بمجلس إدارة الهيئة الاتحادية للبيئة إصدار مثل هذا النظام^(٤).

٩-١-٨-٥ المعاملة الجنائية

ويعد هذا التكبير من التدابير الوقائية، ذلك أنه لا يكفي في الواقع لدرء التلوث والحفاظ على البيئة مجرد فرض مجموعة من المحظورات والواجبات أو الالتزامات حيث إن الأفراد والمنشآت في سعيها الدائم نحو تحقيق مصالحهم الذاتية أو الشخصية قد لا يعيرون لتلك المحظورات والواجبات اهتماماً وذلك بالنظر للمكاسب التي يمكن أن تعود عليها من وراء النشاطات المنتجة للتلوث^(٥). ولهذا كان من الضروري تزويد قوانين البيئة بجرائم جنائية أو بمعنى آخر تجريم الصور المختلفة لأعمال الاعتداء على البيئة لقمع وردع الخارجين على أحكامها. وقد تنبه المشرع الإماراتي إلى أهمية الدور الذي تلعبه الجرائم الجنائية في تحقيق الالتزام بما فرضه قانون حماية البيئة. حيث قام بتجريم الصور المختلفة

(١) راجع الماد ٥٣ من لقون حماية البيئة.

(٢) راجع المادة ١/٦١ من لقون حماية البيئة.

(٣) راجع المادة ١/٦١ من لقون حماية البيئة.

(٤) راجع المادة ٩٦ من لقون حماية البيئة.

(٥) في هذا المعنى أنظر د. ماجد الحلو، المرجع السابق، ص ١٠٧.

للأعمال التي تقع بالمخالفة لأحكامه وتتوخ في صور العقاب الجنائي ودرجته حسب جسامة وخطورة المخالفة من حيث آثارها الضارة على البيئة. وحرص في العديد من الجرائم البيئية إلى جانب زيادة قيمة الغرامة^(١) أن يضيف إليها عقوبة مالية للحرية سواء الحبس أو السجن لتكون رادعاً حقيقياً للمتسببين في تلوث البيئة حيث ثبت من الناحية العملية قصور الغرامة فيما لو فرضت وحدها عن تحقيق مثل هذا الغرض. بل وجعل العقوبة يمكن أن تصل إلى حد الإعدام في حالة استيراد أو جلب مواد أو نفايات نووية أو خطرها أو إغراقها أو تخزينها أو التخلص منها بأي شكل في بيئة الدولة^(٢).

ولم يفت المشرع الإماراتي تشديد العقوبة على كافة الجرائم المنصوص عليها في قانون حماية البيئة في حالة العود أو تكرار ارتكاب الجريمة^(٣). غير أن المشرع الإماراتي من ناحية أخرى راعى حالات التلوث الاضطرابية أو الناجمة عن حوادث فجائية حيث قرر عدم مريان العقوبات التي نص عليها في قانون حماية البيئة لمخالفة أحكامه على حالات التلوث الناجمة عن:

- ١- تأمين سلامة الوسيلة البحرية أو سلامة الأرواح عليها.
- ٢- التفريغ الناتج عن عطب بالوسيلة البحرية أو أحد أجهزتها بشرط ألا يكون قد تم عن إهمال.
- ٣- كسر مفاجئ في خط أنابيب يحمل الزيت أو المزيج الزيتي أثناء عمليات التنشيل أو أثناء الحفر أو استكشاف أو اختبار الآبار، بدون إهمال في رقابة للخطوط أو صيانتها.

الإدارة البيئية - الهيئة الاتحادية للبيئة

تتبع دولة الإمارات العربية المتحدة ومنذ السنوات الأولى لقيام الاتحاد كما أشرنا من قبل إلى أهمية وجود إدارة بيئية أو جهة متخصصة في مجال البيئة تعمل على المستوى الاتحادي تتولى وضع السياسات والخطط والمعايير اللازمة للمحافظة على البيئة ومكافحة التلوث بكافة أشكاله، حيث قام مجلس الوزراء الاتحادي في عام ١٩٧٥ بإنشاء اللجنة العليا للبيئة برئاسة وزير الصحة تتبع مجلس الوزراء مباشرة وضمت في عضويتها نخبة من كبار المسؤولين في الوزارات الاتحادية والدوائر الحكومية المحلية.

(١) والتي تصل إلى مليون درهم في بعض المخالفات كما في حالة قيام الوسائل البحرية بتصريف للزيت (مادة ٢١) أو المواد الخطرة (مادة ٢٧) أو المواد الضارة (مادة ٣١) في البيئة البحرية، وكذلك في حالة جلب نفايات خطرة أو خطرها أو إغراقها أو تخزينها في بيئة الدولة (مادة ١/٦٢) أو مرور إحدى وسائل النقل تحمل تلك النفايات الخطرة أو النوية بالبيئة الإماراتية دون الحصول على تصريح بذلك. بل وجعل المشرع الغرامة يمكن أن تصل إلى عشرة ملايين درهم وذلك في حالة ما إذا تعلق الحطب أو الدفن أو الإغراق أو التخزين بنفايات نووية (مادة ٢/٧٢)

(٢) راجع المادة ٦/٧٢ من قانون حماية البيئة.

(٣) راجع المادة ٨٨ من قانون حماية البيئة.

إلا أن مجموعة من العوامل أسهمت في التأثير على أداء هذه اللجنة أعاققتها عن تحقيق كل الأهداف التي كانت مرجوة من وراء إنشائها^(١). وقد صدر في الرابع من فبراير عام ١٩٩٣ القانون الاتحادي رقم ٧ لسنة ١٩٩٣ بإنشاء الهيئة الاتحادية للبيئة^(٢). وقد أنشئت الهيئة بغرض تقوية الإدارة البيئية على المستوى الاتحادي إيماناً بأهميتها في وضع وتطوير التشريعات البيئية أو النهوض بها، وبفاعليتها في وضع خطط العمل اللازمة لتنفيذ السياسة البيئية على مستوى الدولة وللتسيق بين الجهات المعنية بالبيئة في الدولة لمنع الأضرار والتدخل في الاختصاصات، والانتباه إلى وجوب قيام العمل البيئي على أسس توكب للتحديات البيئية الجديدة خاصة بعد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة^(٣) مؤتمر قمة الأرض الذي انعقد في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢.

١-٢-٨-٥ طبيعة وأهداف واختصاصات الهيئة الاتحادية للبيئة

أولاً: الطبيعة القانونية للهيئة الاتحادية للبيئة

تعتبر الهيئة الاتحادية للبيئة هيئة عامة قومية أو شخصاً معنوياً عاماً قومياً، ومن ثم فإنها تتمتع باستقلال مالي وإداري ويقتدر من امتيازات السلطة العامة يمكنها من أداء المهمة التي أوكلت إليها وهي الحفاظ وحماية البيئة على المستوى الاتحادي، كما أن أموالها تعتبر أموالاً عامة^(٤). ويقصد بكونها هيئة قومية أن نشاطها ليس قاصراً على إمارة معينة أو على جزء من إقليم الدولة وإنما يمتد إلى جميع أرجاء الدولة، بمعنى آخر تختص بشؤون البيئة على المستوى الاتحادي. كما يقصد بتمتعها باستقلال مالي وإداري استقلال نمتها المالية عن نمة الدولة واستقلالها نسبياً في إدارة الشغل البيئي الموكول إياها^(٥)، وكذا استقلال موظفيها بنظام وظيفي مغاير بعض الشيء من نظام موظفي الدولة رغم اعتبارهم من الموظفين العموميين^(٦). وقد حرص المشرع الإماراتي على تأكيد تمتع الهيئة بامتيازات السلطة حيث نص في المادة ٢٣ من قانون إنشاء الهيئة على أن قرارات الهيئة في مجال اختصاصها تكون ملزمة للجهات المعنية داخل الدولة.

(١) لمزيد من التفاصيل بشأن هذه المواقف انظر ٧ سنوات من أجل بيئة الإمارات، إصدارات الهيئة الاتحادية للبيئة ص ١ وما بعدها.

(٢) الممثل بمقتضى القانون رقم ٣٠ لسنة ٢٠٠١ الصادر في ٢١ نوفمبر ٢٠٠١.

(٣) وهو ما أكدت عليه المادة ١٩ من قانون إنشاء الهيئة.

(٤) فهو ليس استقلالاً تاماً إذ تمل تحت إشراف مجلس الوزراء حيث ألحقت به المادة الثانية من القانون.

(٥) راجع المادة ٢٢ من قانون إنشاء.

ثانياً: أهداف الهيئة الاتحادية للبيئة

لجأت عن هذا التساؤل المادة الرابعة من قانون إنشاء الهيئة حيث حددت الأهداف التي وقفت وراء إنشاء الهيئة فيما يلي:

- ١- حماية وتطوير البيئة في دولة الإمارات العربية المتحدة.
- ٢- وضع الخطط والسياسات اللازمة للمحافظة على البيئة من الأثار الضارة الناجمة عن الأنشطة التي تؤدي إلى إلحاق الضرر بالصحة البشرية والمحاصيل الزراعية والحياة البرية والبحرية والموارد الطبيعية الأخرى والمناخ.
- ٣- تنفيذ الخطط والسياسات المشار إليها فيما أعلاه واتخاذ جميع التدابير والإجراءات المناسبة لوقف تدهور البيئة ومكافحة التلوث البيئي بجميع أشكاله ومنعه والحد منه لصالح الأجيال الحاضرة والمستقبلية.

اختصاصات وصلاحيات الهيئة الاتحادية للبيئة

حددت المادة الرابعة من قانون إنشاء الهيئة الاتحادية للبيئة الصلاحيات والأعمال والأنشطة التي يمكن للهيئة ممارستها أو القيام بها بالتعاون والتنسيق مع الجهات المعنية في سبيل تحقيق الأهداف المرجوة من وراء إنشائها.

وتتمثل أهم تلك الاختصاصات والصلاحيات فيما يلي:

١. إعداد مشروعات القوانين والتشريعات والنظم التي تحقق سلامة وحماية وتطوير البيئة.
٢. بحث ودراسة واقتراح الخطط والسياسة العامة لشؤون البيئة على مستوى الدولة.
٣. إجراء أو الإشراف على إجراء أبحاث ودراسات شاملة عن التلوث ومراقبة أثاره السلبية على الصحة والبيئة واتخاذ جميع الإجراءات الوقائية والوسائل اللازمة للحد من تلوث البيئي بجميع أشكاله.
٤. وضع الأسس اللازمة لربط الاعتبارات البيئية بسياسة التخطيط والتنمية على مستوى الدولة.
٥. مراقبة الأنشطة العامة والخاصة التي تؤثر بشكل سلبي على نوعية البيئة، ودراسة المشروعات ذات الأثر السلبي على البيئة قبل الترخيص بها.
٦. الاهتمام بتنمية وتطوير الحياة الفطرية والمحميات الطبيعية.

٧. دراسة طبيعة التربة والمياه والطاقة، واقتراح وسائل المحافظة عليها من التدهور وانخفاض كفاءتها، وذلك عن طريق وضع الضوابط اللازمة للحد من سوء استخدامها أو استغلالها والتركيز على دراسة المياه الجوفية والمناطق الصحراوية والحد من التصحر.
٨. وضع وتطوير الإجراءات الوقائية الخاصة بالحد من التلوث البحري.
٩. إنشاء مختبر مركزي للبيئة، وتوفير الكادر الفني والمعدات اللازمة لتشغيله.
١٠. تحديد ومراقبة الضوابط والحدود المسموح بها لتركيز المواد المشعة في الماء والهواء والتربة والغذاء.
١١. زيادة وتطوير الوعي البيئي.
١٢. وضع الأساليب المناسبة للتنبؤ والحد من الكوارث الطبيعية^(١).

٥-٨-٢ إدارة الهيئة الاتحادية للبيئة

أولاً: تشكيل مجلس إدارة الهيئة ونظام العمل به

يقوم على إدارة الهيئة مجلس إدارة منحه القانون صلاحيات واسعة. وفقاً لنص المادة الخامسة من القانون يتولى إدارة الهيئة مجلس إدارة برئاسة وزير الصحة وعضوية أربعة عشر عضواً^(٢)، وبمصدر بتشكيل هذا المجلس وتحديد مكافأة أعضائه قرر من مجلس الوزراء بناءً على اقتراح وزير الصحة، ولم يشترط القانون في أعضاء المجلس سوى أن يكونوا من المعتمدين بشؤون الصحة العامة والبيئة والتمهية. وقد حدد القانون مدة مجلس الإدارة بثلاث سنوات من تاريخ لقرار الصلار بتشكيله، ولمواجهة حالات غياب رئيس المجلس قرر المشرع قيام المجلس باختيار أحد أعضائه نائباً للرئيس محل محله في حالة غيابه. وقد لوجب المشرع أن نقل لاجتماعات المجلس العادية عن أربع مرات في العام وتكون دعوة المجلس لمثل هذه الاجتماعات بدعوة من رئيسه. ويجوز دعوة المجلس لاجتماع غير عادي بناءً على طلب رئيس المجلس أو أربعة من أعضائه. وهناك نصاب قانوني يجب أن يتحقق حتى تكون لاجتماعات المجلس صحيحة وهو حضور الأغلبية المطلقة أي أكثر من نصف عدد أعضائه على أن يكون من بينهم الرئيس أو نائبه. وتصدر لقرارات المجلس بالأغلبية المطلقة لأصوات الأعضاء الحاضرين، وعند تساوي الأصوات يُرجح الجانب الذي فيه رئيس الجلسة. ويجوز للمجلس أن يشكل من بين أعضائه ومن غيرهم لجنة يُعهد إليها الإشراف على تنفيذ خطط وسياسات

(١) بشأن باقي الاختصاصات الأخرى للهيئة الاتحادية للبيئة راجع المادة الرابعة من قانون إنشاء الهيئة - كما أضاف قانون حماية البيئة رقم ٢٤ لسنة ١٩٩٩ إلى الهيئة العديد من الاختصاصات.

(٢) وذلك بعد تعديلها بمقتضى القانون رقم ٣٠ لسنة ٢٠٠١ السابق الإشارة إليه.

الهيئة أو بعض الاختصاصات الأخرى التي يرى أن يُعهد بها إلى هذه اللجنة. كما يجوز له، أن يُؤلف بالهيئة لجنة متخصصة مؤقتة أو دائمة حسبما تقتضيه المصلحة العامة. ويصدر بتشكيل هذه اللجان وتحديد اختصاصاتها وواجباتها ومكافأة أعضائها وتنظيم سير العمل بها قرار من رئيس المجلس.

ثانياً: صلاحيات واختصاصات مجلس إدارة الهيئة الاتحادية للبيئة

- جعل المشرع مجلس إدارة الهيئة هي السلطة المختصة بإصدار القرارات والتعليمات في جميع المسائل التي تختص بها الهيئة. ويتولى المجلس على الأخص ما يأتي:
١. وضع خطط وسياسات الهيئة والإشراف على تنفيذها بما يحقق أغراض الهيئة.
 ٢. إعداد مشروع الميزانية السنوية للهيئة ومشروع الحساب الختامي لها.
 ٣. إعداد اللائحة الداخلية ولائحة المالية ولائحة العقود والمخازن للهيئة.
 ٤. إعداد مشروع الهيكل التنظيمي للهيئة وتحديد اختصاصات الوحدات الرئيسية والفروعية بها، ويصدر به قرار من مجلس الوزراء.
 ٥. إعداد توصيف جميع الوظائف في الهيئة.
 ٦. إعداد لائحة شئون العاملين في الهيئة، ويصدر بها قرار من مجلس الوزراء.
 ٧. الموافقة على العقود والاتفاقات التي تقرر حقوقاً للهيئة أو ترتب التزامات عليها.
 ٨. الموافقة على قبول الهبات والمساعدات التي تقدم للهيئة بشرط ألا تتعارض مع أهداف الهيئة.
 ٩. النظر في كل ما يرى رئيس المجلس عرضه من مسائل تدخل في اختصاص الهيئة.
 ١٠. الاختصاصات الأخرى المنصوص عليها في قانون إنشاء الهيئة^(١).

(١) وقد أضاف قانون حماية البيئة رقم ٢٤ لسنة ١٩٩٩م لمجلس إدارة الهيئة بعض الاختصاصات من ذلك: وضع نظام الحوافز التي تقدم للمؤسسات والهيئات والمنشآت والأفراد ممن يقومون بأعمال أو مشروعات من شأنها حماية البيئة - مد الفترة الممنوحة للمشروعات والمنشآت التالفة لتوفيق أوضاعها طبقاً لأحكام قانون حماية البيئة، أنظر فيما سبق، ص ١٢، ٢٢.

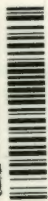
قائمة المصادر والمراجع

- زين الدين عبد المقصود: البيئة والإنسان : دراسة في مشكلات الإنسان مع البيئة. منشأة المعارف بالإسكندرية ، الطبعة الثانية ١٩٩٧.
- علي علي البنا: التنمية وصيانة الموارد الطبيعية (ندوة الجغرافيا والتخطيط البيئي) ، الكويت ٢٠ ، ٢٢ أبريل ١٩٩٨.
- منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) : تقرير حالة الأغذية والزراعة ١٩٧٧.
- علي علي البنا و زين الدين عبد المقصود : كيف ننقذ العالم : إستراتيجية عالمية لصيانة الموارد. الكويت ١٩٨٦.
- علي علي البنا: المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية (نماذج دراسية في الجغرافيا التطبيقية). دار الفكر العربي ٢٠٠٠.
- فوزية محمد أحمد الرويح : موارد الأرض الطبيعية. لجنة التأليف و التعريب و النشر بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت، و الجمعية الجغرافية الكويتية ، مجلس النشر العلمي ١٩٩٩.
- سمير أحمد عوض : الثروة المعدنية في العالم العربي . دار المريخ الرياض ١٩٨٦.
- النفلط ومصادر الطاقة البديلة. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. إبريل ١٩٩٧. التقرير السنوي الثالث . الكويت.
- محمد المودات : مشكلات البيئة . الأهالي للطبع والنشر والتوزيع، ١٩٩٥.
- سيدة السالمي : التصحر وتدهور البيئة في الوطن العربي. مجلة شؤون عربية العدد ١١ تونس، ١٩٨٢.
- محمد السيد عبد السلام: التكنولوجيا الحديثة والتنمية الزراعية في الوطن العربي. سلسلة عالم المعرفة العدد ٥٠ الكويت ١٩٨٢.
- إدوارد ويلسون. ١٩٩٢. التنوع الحيوي قضية ملحة - ترجمة عبد السلام رضوان. مجلة الثقافة العامة العدد ٥٥ الكويت.
- تقرير إدارة الزراعة عن التشجير بدولة الإمارات العربية المتحدة ١٩٧٧.
- د. إبراهيم نحال: الصحراء تزحف، مجلة البيئة والتنمية، المجلد الرابع العدد ١٧، ١٩٩٩.
- حسين الحاج محمد المتوم: دور الإمارات في مكافحة التصحر، جلفا، ١٩٩٦.
- د. عبد الستار أحمد: أثر الزراعة والغابات في تنمية البيئة ووقف التصحر، مجلة للعاصمة، العدد ٦٠ ، ٢٠٠٠.
- د. عبد الله رمضان عبد الله: التصحر والبيد الإيكولوجي، جامعة الكويت، الطبعة الأولى، ١٩٩١.
- د. عبد الله الصعبي: للتنمية والبيئة، دار النهضة العربية ، ١٩٩٢.

REFERENCES

- Lean, G. & Hinrich, D. 1992., Atlas of the Environment. Oxford University Press.
- The World Bank: World Development Report, 1998 / 1999. Oxford University Press.
- Wild. A. 1993, Soil and the environment, An introduction. Cambridge University Press.

Bibliotheca Alexandrina



1099778

